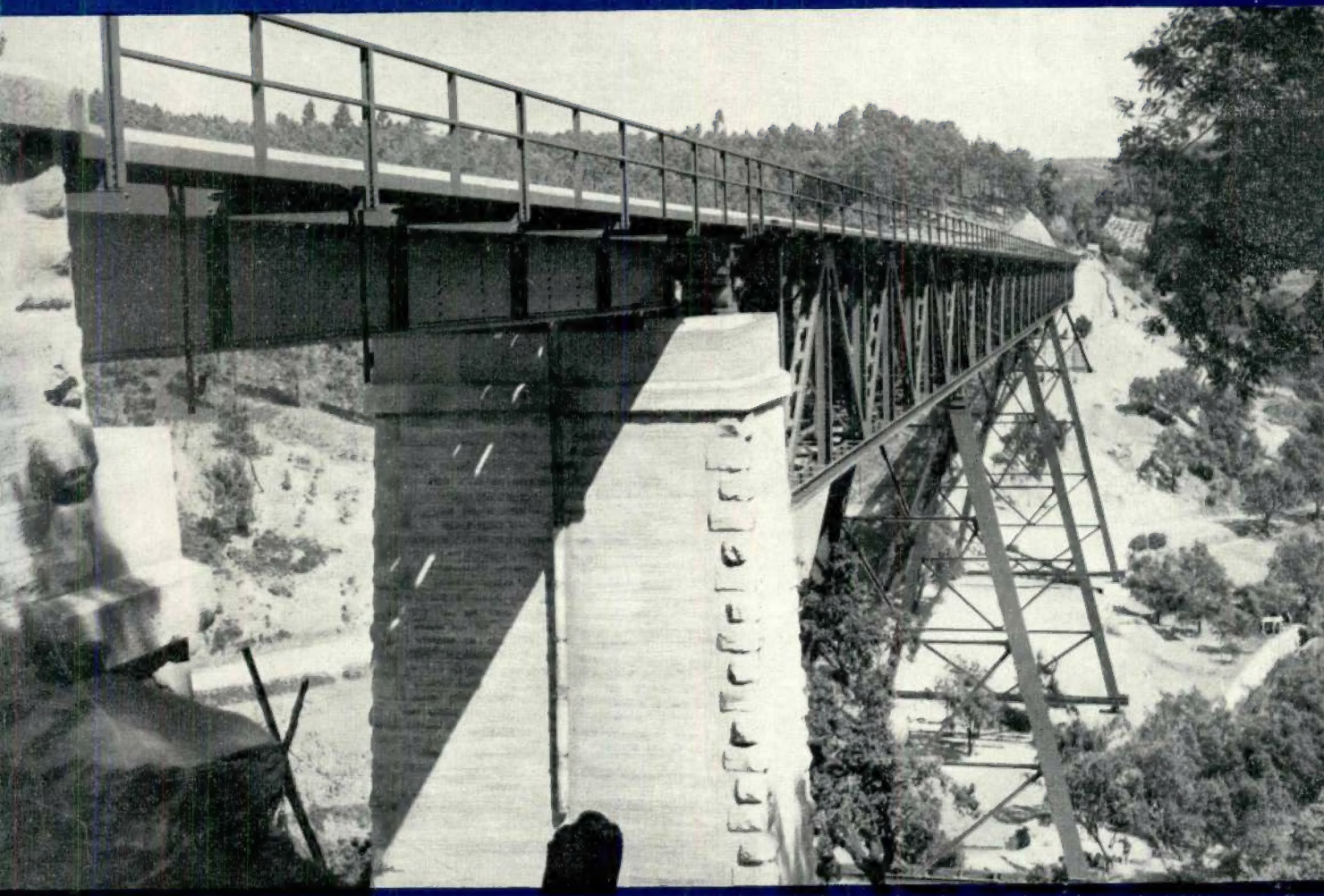
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 285–OUTUBRO–1958

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **EVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

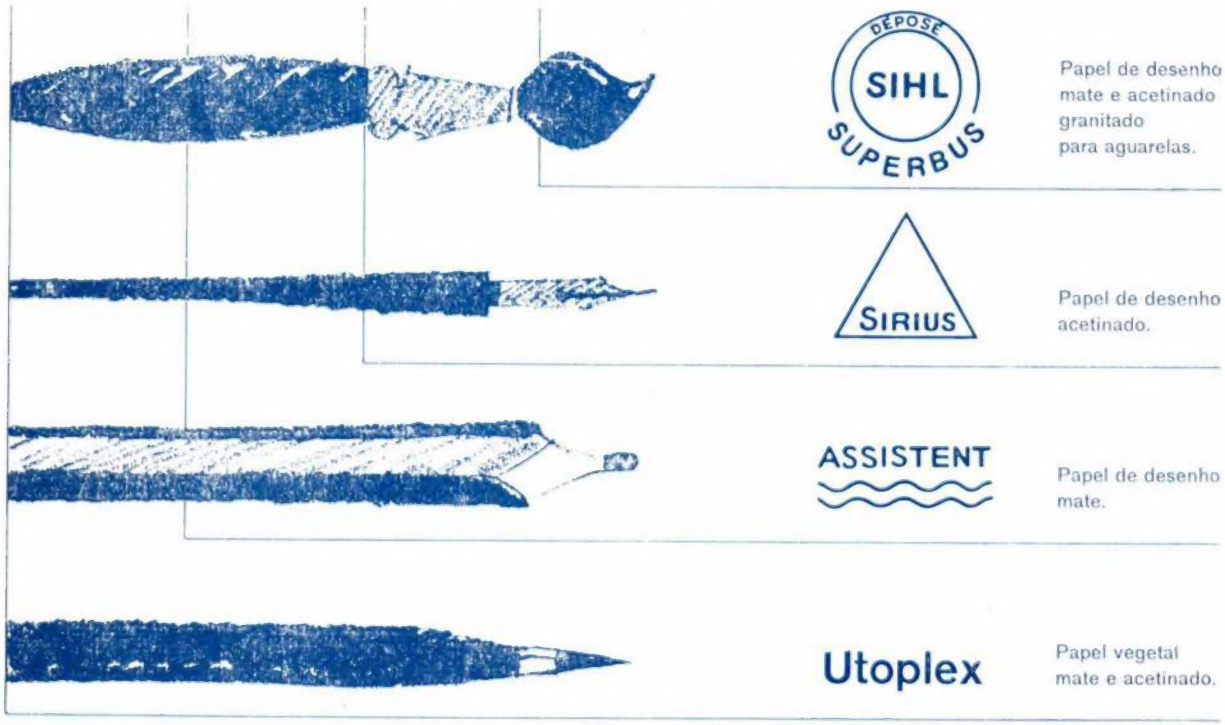
e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO.....	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

4 papeis suiços de alta qualidade, para todas as necessidades técnicas



Exija expressamente Papel Sihl
Papeteries Zuricoises sur Sihl Zurich

Venda em Portugal: NUCLEON Equipamentos de Precisão, Lda.
Av. António Augusto de Aguiar, 165, Lisboa

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXIII - N.º 285 Outubro de 1958

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ DELGADO DOMINGOS

ADMINISTRADOR
ALEXANDRE CERVEIRA

REDACTORES
JOSÉ MANUEL TEIXEIRA DOS SANTOS
JOSÉ FERNANDO PINHARANDA

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Ponte das Várzeas — Luso — Linha da Beira Alta
Comprimento total 302,955 metros
Tramos 6
Apoios . . . . . 4 pilares metálicos e um de alvenaria, tendo o mais alto cerca de 40 m
Peso total . . . . . 1025 ton.
Projecto, construção e montagem das estruturas metálicas:
Fried. Krupp Maschinen — und Stahlbau, Rheinhausen.

Págs.

Os problemas económicos na formação do engenheiro
Pelo Eng.º Daniel Vieira Barbosa 1

Novo método espectrofotométrico para dosagem do urânio
Por Fraústo da Silva e Legrand de Moura 5

Alguns problemas especiais do método «Trial load» para o cálculo de barragens-abóbada
Pelo Eng.º João de Salvador Fernandes 13

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** . . . . . 32 e 46

Técnica de impulsos — Geradores de sinais lineares no tempo
Pelo Eng.º Fernando Eduardo Rebelo Simões 33

Cálculo de pórticos usando coeficientes de distribuição
Pelo Eng.º Alfredo de P. Morgado 47

Professor Ernest Fleury
Por Décio Thadeu 57

Do Mundo Técnico 65

Biblioteca 67

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª VII
A. Gestetner XLVIII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XLII

C

Canelas & Figueiredo XLIII
Ceresit LI
Cekop XXXVI
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia «Cimento Tejo» XIII
Companhia de Cimentos Brancos . . XLVI
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXXIX
Companhia União Fabril XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª X
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XXXVII

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª XLV
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XXXI
Empresa Electro Cerâmica XLVI
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos VIII
Eng.º Augusto Cavaco XLIII

F

Faber-Castell XXXIV
Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXVIII
Fábrica Portugal XLIV
Facto, Lda. XXIV
Fanafel XXVIII

G

Garagem Vitória XIX
General Electric Portuguesa XXII

H

H. Vaultier XXX
Harker Sumner & C.ª, Ld.ª XLV
Henriques & Castro, Ltd.ª X

I

Indústrias Portuguesas do Zinco . . XLIII
INEL XXI
IST L

J

Jayme da Costa, Lda. XXVII

L — Pág.

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

MAN XXVI
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XIV
Metalexport XXIX
Monteiro Gomes, Ltd.ª XII

N

Nikex XXX
Nordberg XLI
Nucleon . . . . . 2.ª da capa

P

Papelaria Fernandes XXV
P. Bellasi XVI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

Santos Mendonça, Lda. LII
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
Shell XXIII
SMEIA . . . . . IV, XLVII e XLIX
Sociedade Comercial de Isolamentos de Cortiça XXII
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Electrom XLVIII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XX
Sociedade de Importação e Exportação Luso-Mundo, Lda. XXXV
Sociedade Industrial Metalúrgica . LXV
Sociedade Portuguesa Cavan XIV
Socotel V
Sofai XLVIII
SOMEC XIII
SONAP XXXII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLV
Standard Eléctrica IX

T

Tintas Valentine XL

U

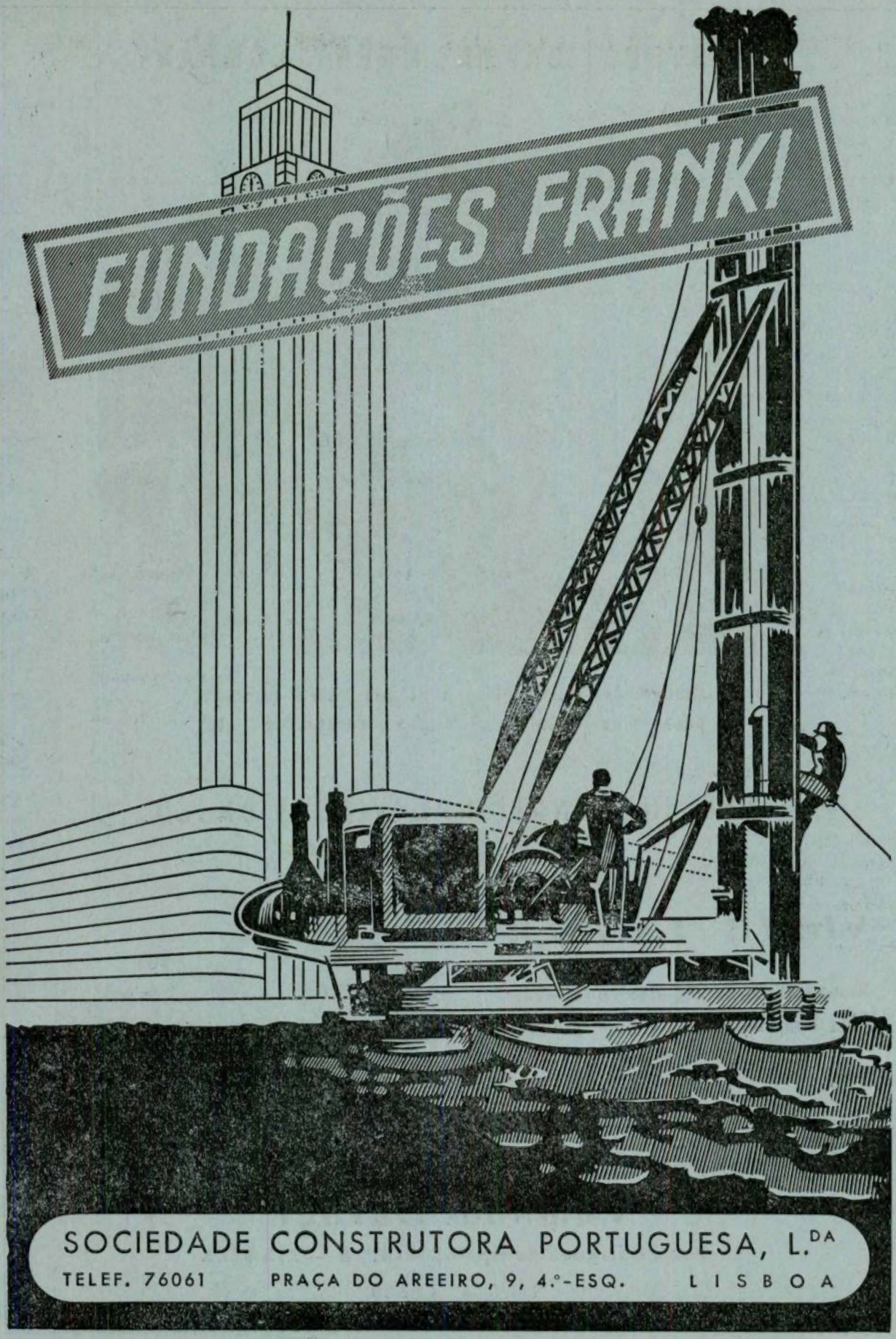
União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

V

Vasco Pessoa, Lda. XXVIII
Vitrofib XXVIII

W

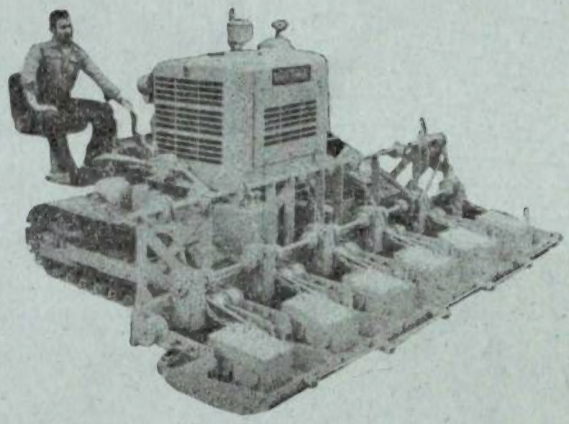
Wild Portugal, Lda. XXXIII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

CONSTRUCTION MACHINERY COMPANY

Betoneiras **C. M. C.** montadas sobre camions, para construção de estradas, aeroportos, etc.

THE INTERNATIONAL VIBRATION CO.



VIBRO-TAMPER

Compactador de sapatas vibratórias. Máxima compactação num mínimo de tempo

Agente exclusivo:

Edmond Dardel

Rua Rodrigues Sempaio, 19-4.º B — LISBOA

Telefone 42289

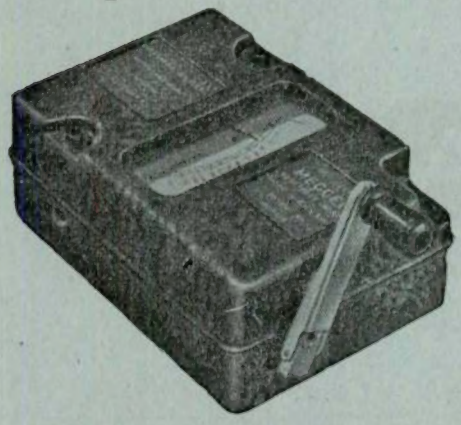
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

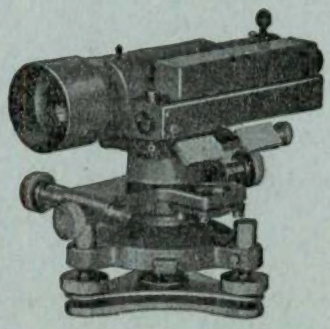
GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

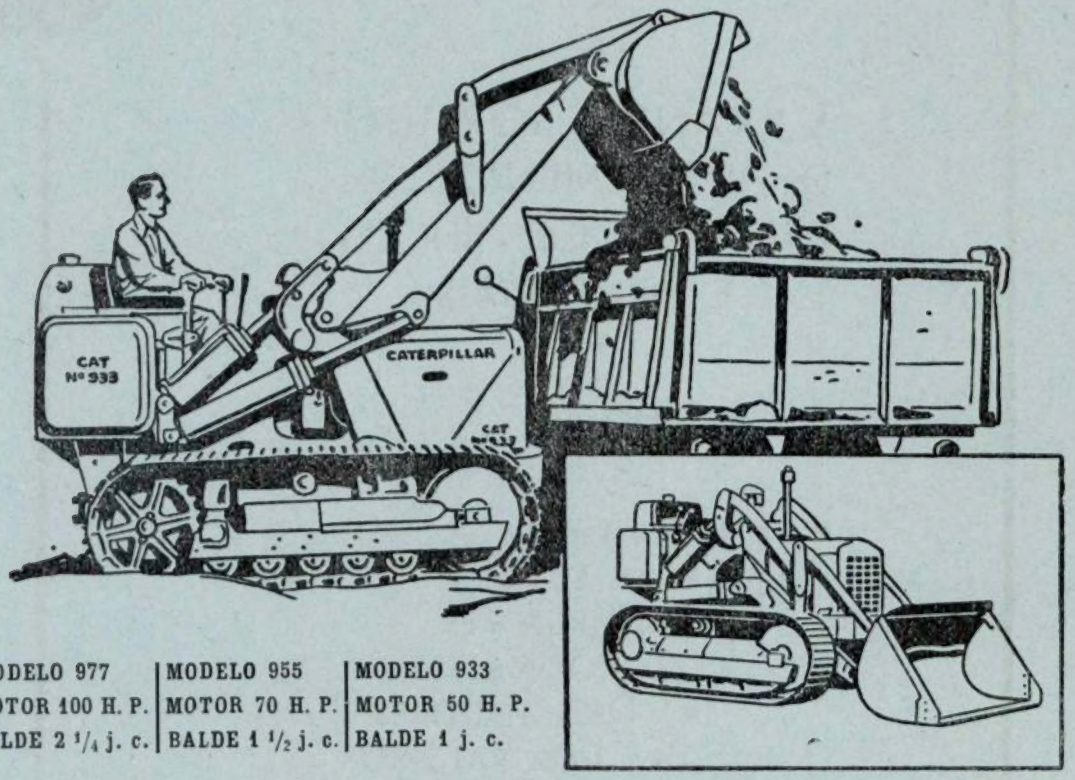
RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA





Caterpillar*

As pás hidráulicas CATERPILLAR,* modelos Traxcavator 977, 955 e 933 oferecem maior rendimento e duração



MODELO 977	MODELO 955	MODELO 933
MOTOR 100 H. P.	MOTOR 70 H. P.	MOTOR 50 H. P.
BALDE 2 1/4 j. c.	BALDE 1 1/2 j. c.	BALDE 1 j. c.

- Embraiagem em banho de óleo, que dura 5 vezes mais do que as vulgares embraiagens do tipo seco;
- Inclinação apropriada do balde que permite menores desperdícios de carga durante a elevação;
- Asssento do operador em posição elevada, permitindo ver a área de trabalho, por cima do «capot»;
- Sistema hidráulico equipado com filtros eficazes;
- Rastos com sapatas de 3 garras;
- Motor de arranque a gazolina ou eléctrico.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

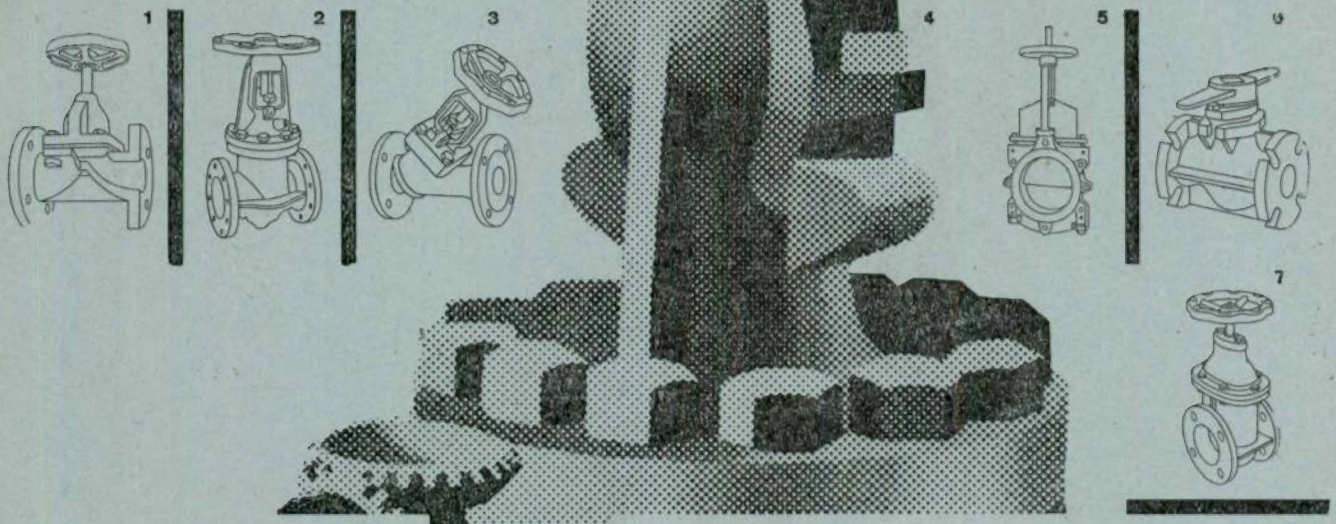
SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA S.A.R.L.

Avenida Padre Manuel de Nóbrega, 8-B — LISBOA

Telefones 72 40 53 / 4 / 5

* Caterpillar e CAT são marcas registadas da Caterpillar Tractor, Co. — E. U. A.



De Roll

Válvulas industriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1 Válvulas de membrana de borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100° C Não tem empanque.

2 Válvulas de cunha PN 16,25 e 40 atm., para água sobreaquecida vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120° C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

3 Válvulas de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

4 Válvulas de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado normal ou aço vazado resistindo à fluência.

5 Válvulas para substâncias pastosas com aplicações na indústria da celulose e do papel assim como na indústria química.

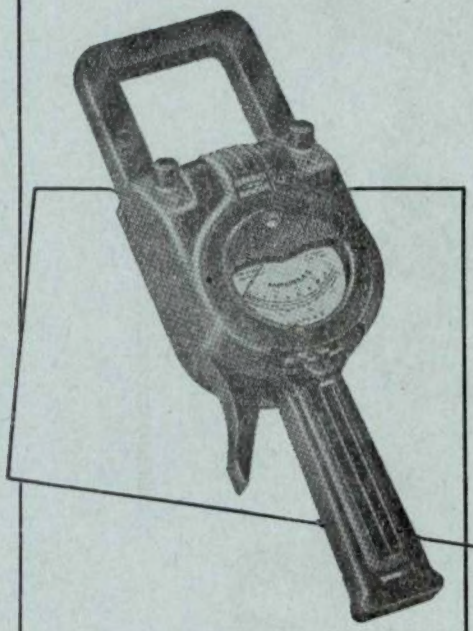
6 Torneiras em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empregados na indústria química.

7 Válvulas de cunha sem empanque PN 6, 10 et 16 atm. para água fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para temperaturas de serviço até 120° C.

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013

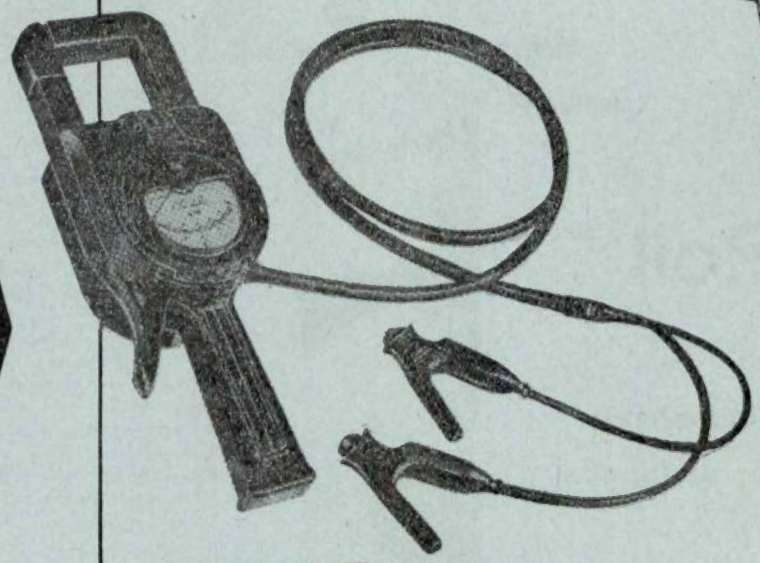
PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	



PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

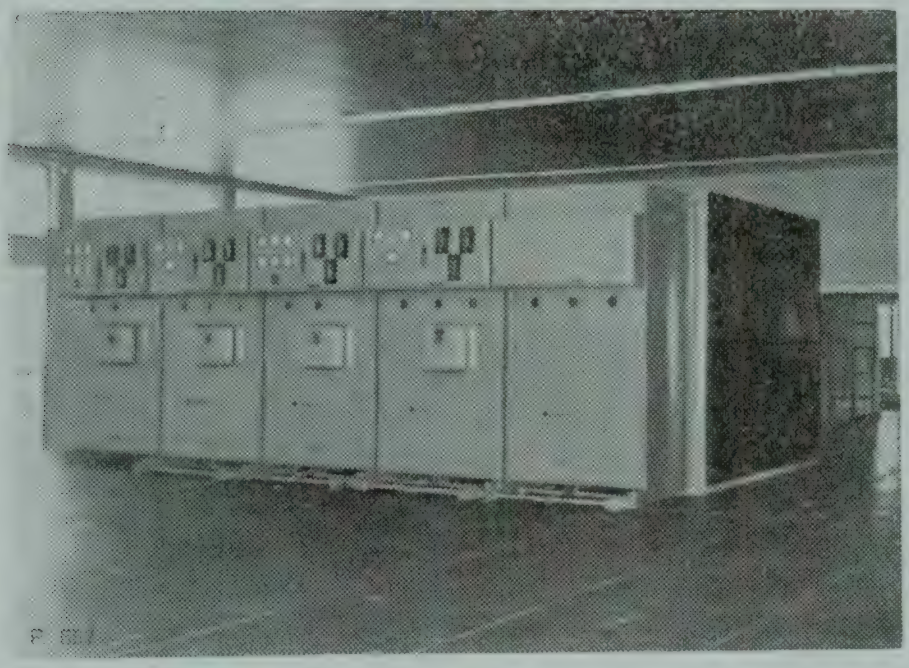
C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17—LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168—PORTO

DELLE

Ateliers de Constructions Electriques
de la Compagnie Générale d'Electricité, de Paris



Posto de transformação pré-fabricado «Normabloco»

Substação da Beira

Sociedade Hidroeléctrica do Revuè, S. A. R. L.

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) LISBOA Telefs. 66 06 92 / 66 60 82 / 66 06 04

RADIOCOMUNICAÇÕES, ELECTRÓNICA, RADIODIFUSÃO E APARELHAGEM INDUSTRIAL

— Emissores, Receptores e Transceptores de todos os tipos, para HF e VHF
— Emissores e Equipamento de Estúdio para Televisão e Radiodifusão Sonora
— Sistemas de feixes hertzianos
— Televisão em circuito fechado, para todas as aplicações
— Aparelhagem de radar para navegação, previsão de tempo, aeroportos, fins militares, etc.
— Rádio-ajudas para navegação aérea e marítima
— Microscópios electrónicos e outros instrumentos científicos
— Lâmpadas electrónicas para todas as aplicações
— Aparelhagem de medida para Rádio e Electrónica
— Teleimpressores e equipamento acessório
— Instalações de som de todas as potências e tipos
— Cinema Sonoro de 35 mm e 16 mm
— Equipamento automático para verificação de bebidas
— Grupos moto-geradores
— Rádio-receptores, televisores e aparelhagem electro-doméstica
— Discos e fitas magnéticas virgens e gravados em alta fidelidade.

Estudos, Projectos, Propostas, Fornecimentos e Assistência Técnica

Agência Geral em Portugal

EMPRESA TÉCNICA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

LISBOA
Rua Rodrigo da Fonseca, 103
Telef. 680130/5

PORTO
Rua dos Clérigos, 64-2.º
Telef. 24819

Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

CEMPEXO

tinta hidrófuga e petrificante à base de cimento

A tinta que dura

Pintura ideal para paredes de prédios e outras estruturas.

Cores atraentes, fixas e duradouras.

Usa-se sôbre rebocos, tijolos, betão, fibrocemento, pedra natural, etc.

DANSK CENTRAL CEMENT

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, *Lda.*

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º

LISBOA

Telefs. 2 2344 / 2 7809

Máquina "BENOTO" executando estacas de 1 m de diâmetro e 60 m de comprimento, nas fundações do viaduto de Sacavém, na auto-estrada do Vale do Tejo

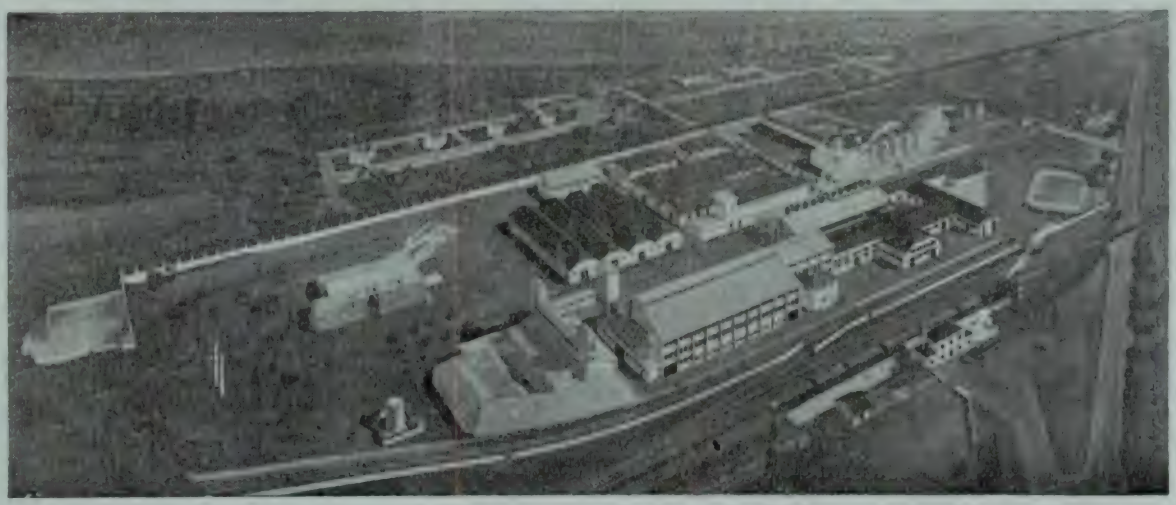
Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

Concessionária do sistema de moldes deslizantes «PROMETO» e do sistema para execução de estacas de grande diâmetro «BENOTO»



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS
SÍLICO-MANGANÊS
FERRO-SILÍCIOS
15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO
CIANAMIDA CÁLCICA
PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

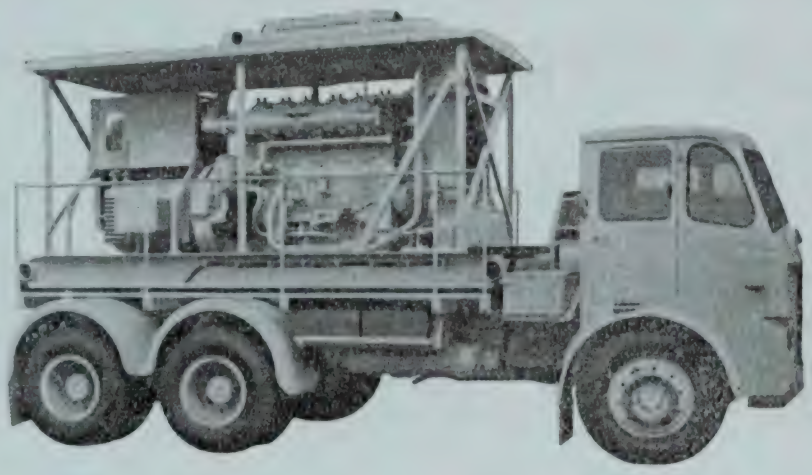
FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4 - 2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

GRUPOS DIESEL

'ENGLISH ELECTRIC'

PARA FINS INDUSTRIAIS, EM INSTALAÇÕES FIXAS E AMOVÍVEIS, PARA TRACÇÃO E MARÍTIMOS



Grupo Diesel alternador de 195 HP, montado em camião Leyland

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

R. Cascais, 47 (Alcântara)
Telef. 63 70 83 (3 linhas
LISBOA

P. do Município, 309-3.º
Telef. 25 0 21
PORTO

E

BEJA — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 59169/70

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

Fábrica com quatro linhas de fabrico

sendo uma delas das mais modernas da Europa

Para obras hidráulicas e de responsabilidade preferir o

CIMENTO TEJO

Companhia «Cimento Tejo»

Rua da Vitória, 88-2.º — Telef. 28953 — LISBOA

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

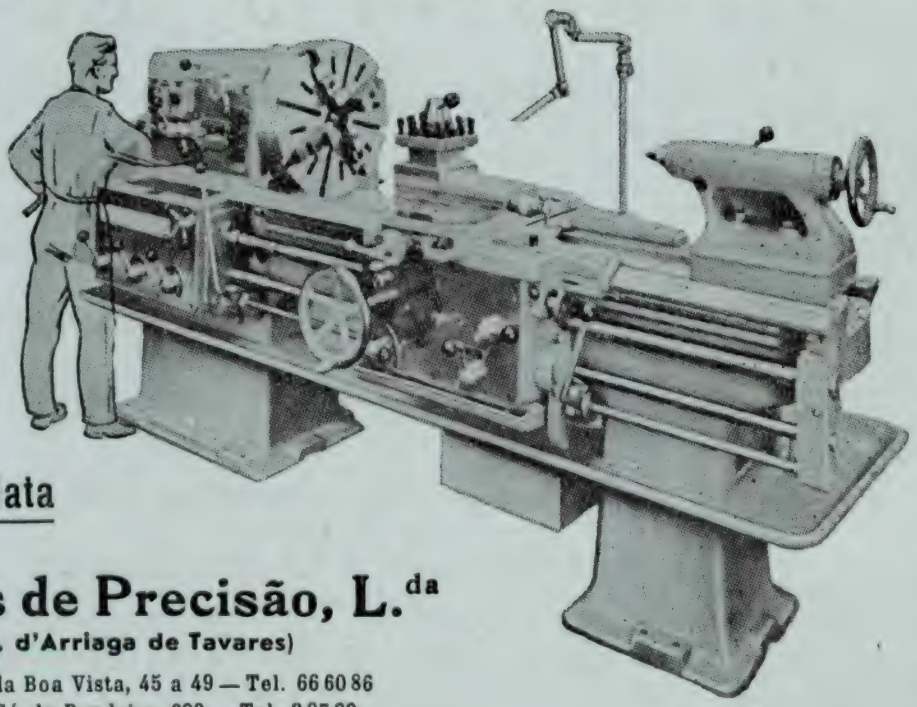
RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

MÁQUINAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Tornos Paralelos
Limadores
Engenhos Radiais
Máquinas de Rectificar
Tornos Revólver
Frezas
Escateladores
Plainas
Mandriladoras



Entrega imediata

Máquinas de Precisão, L.da

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA: Rua da Boa Vista, 45 a 49 — Tel. 66 60 86
PORTO: Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 2 87 20
LUANDA: R. Pereira Forjaz, 79 — Caixa Postal 304

LEACOCK (LISBOA). L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

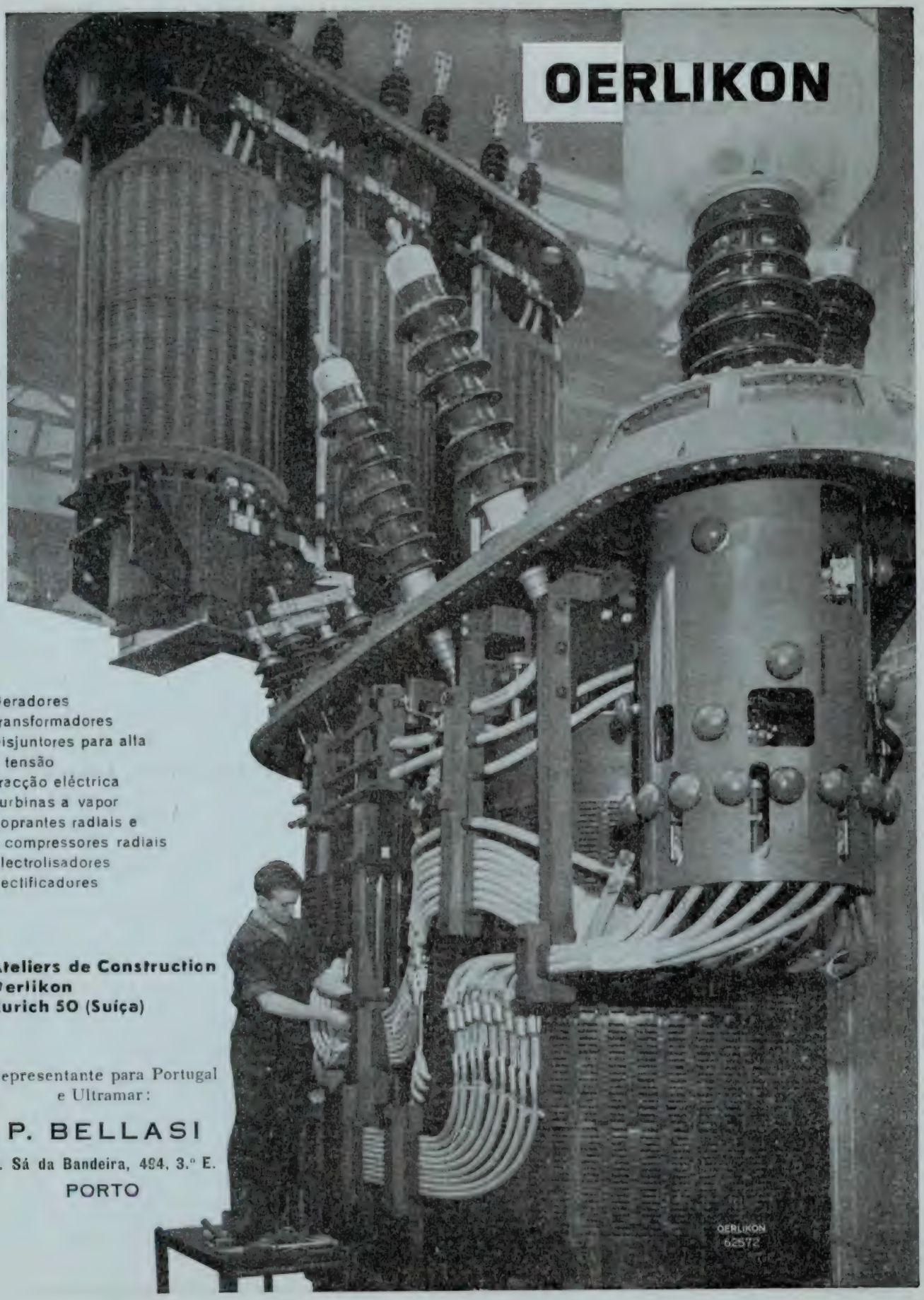
Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.



Geradores
Transformadores
Disjuntores para alta tensão
Tracção eléctrica
Turbinas a vapor
Soprantes radiais e compressores radiais
Electrolisadores
Rectificadores

Ateliers de Construction Oerlikon
Zurich 50 (Suíça)

Representante para Portugal e Ultramar:

P. BELLASI

R. Sá da Bandeira, 494, 3.º E.

PORTO

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ DELGADO DOMINGOS

ADMINISTRADOR: ALEXANDRE CERVEIRA

Ano XXXIII - N.º 285 Outubro de 1958

C. D. U. 330.1 [378.962]

Os problemas económicos na formação do engenheiro

PELO ENG.º DANIEL VIEIRA BARBOSA

Prof. do I. S. T.

Por virtude de sentir-se forte carência de exposições de carácter técnico-económico que permitem a perfeita compreensão da realidade portuguesa no campo da economia a Direcção da «Técnica» vai intentar a realização de conferências e a publicação de artigos que, visando os grandes temas da economia comtemporânea, integrem a realidade nacional nas circunstâncias decorrentes da execução do II Plano de Fomento.

Sobre a oportunidade do tema e da colaboração que o realize, pedimos a opinião autorizada do Prof. Eng. Daniel Vieira Barbosa, professor de Economia Política da Escola, que gentilmente se prontificou a exprimi-la no artigo que se segue.

A Direcção da «Técnica»

Pede-me a Direcção da «Técnica», ao iniciar um novo ano de actividades culturais, que formule algumas considerações àcerca do alcance da intenção que a anima de promover, pela conferência e pelo artigo, uma larga troca de impressões sobre os problemas económicos que, no âmbito de uma Escola de Engenharia, mais podem interessar a Portugal.

Sensível, por natureza, ao assunto creio que é, de facto, possível analisar no campo puramente objectivo do interesse nacional e da projecção universitária tão louvável iniciativa, que pode perfeitamente ter, por lógica e natural consequência, uma contribuição positiva à expansão e ao reforço da economia portuguesa.

* * *

O estudo dos problemas económicos, particularmente daqueles que mais interessam à defesa e ao bem estar das Nações, têm lugar de dominante primasia entre quantos podem constituir preocupação dos intelectuais que se debruçam sobre os meios de estruturar com segurança a forma mais racional de fomentar riqueza, para elevar, com solidez, o nível de vida de um povo.

São, por outro lado, problemas capazes de criar, pela repercussão tantas vezes revolucionária das suas próprias soluções, um ambiente de entusiástico interesse junto de quem viva no compreensível desejo de ver progredir mais e mais o seu país e que, no inteiro desapego de egoismos ou de ambições mesquinhas, devotadamente se entrega à ansiedade de justiça e de correcção a desiquilíbrios sociais.

Não poderiam, portanto, desinteressar a gente nova, por índole particularmente afeita a pôr o maior entusiasmo em tudo quanto, dentro de tal sentido, possa conter novidade e abra caminhos para um progresso; preparar-se, assim, para poder conscienciosamente abordar tais problemas, para os sentir na sua formulação objectiva e apolítica, para analisar soluções viáveis e convenientes

dentro das nossas posses e do actual condicionalismo que o exterior nos põe, constitui preocupação de particular coerência para o estudante universitário cônscio dos seus deveres para consigo próprio pelo que respeita à contribuição que há dele a esperar quanto à valorização das elites nacionais.

* * *

Por outro lado vive-se uma época revolucionária pelo que toca à mutação das possibilidades que, em determinada altura, definem as condições materiais de vida de um povo ou de uma Nação, dado que a Técnica, no dinamismo de uma evolução que se mostra cada vez mais progressiva, rompe momento a momento fronteiras e limitações que a falta de meios, ou a ausência de potencialidade aproveitável de riqueza, põem em dado instante à actividade realizadora do homem.

A Técnica traz-lhe, dia a dia, novo e fecundo ferramental de domínio à natureza, ajudando-o a suprir carências, a vencer o espaço e a aproveitar o tempo, criando-lhe porém frequentemente, a par de novas e mais perfeitas soluções que o enriquecem de possibilidades e de meios, novos condicionalismos e novos problemas que se afirmam como outras tantas dificuldades a vencer.

E é dentro desse embater constante de contribuições e de dificuldades que se impõe procurar o equilíbrio, o qual leva a determinar, para cada caso, o alcance económico-social das suas aplicações; é portanto no sentido da total sujeição da Técnica a este imperativo de interesse nacional e humano que o estudante de engenharia, como seu futuro manipulador por excelência, tem de criar mentalidade; só assim, de facto, se poderá amanhã impor a quantos porventura se encandeiem na enganadora miragem das soluçõse tecnocratas, ou teimem em comportar-se como cegos que não vêem as fortes realidades de tantas soluções equilibradas que a Técnica actual lhes traz.

Uma Escola de engenheiros será, consequentemente, por obrigação e por direito um meio próprio para ventilar tais questões, que se interessam sem distinção a qualquer povo e a qualquer técnico interessam particularmente ao povo de Portugal, e ao estudante de engenharia português.

* * *

Na verdade, a evolução da Ciência, como instauradora de novas técnicas de preparo e de comunicações, não nos trouxe ùnicamente, na quase atropelante corrida com que lança no obsoletismo processos que, às vezes, se diriam definitivos pelo seu engenho e concepção, novos meios de melhor aproveitamento de riqueza ou novas maneiras para melhor a utilizar; trouxe-nos sobretudo um conceito novo, e revolucionário, de valor territorial efectivo pela potencialidade enorme das soluções que nos oferece e pelas facilidades de integração económica que consente, em face do modo como faculta a energia e da forma como actualmente remove os inconvenientes de outrora de tempo, de distância e de lugar.

Arrancou-nos assim, e em consequência de quanto nos permite, daquela deprimente sujeição a uma pobreza atávica que foi nossa companheira impiedosa durante séculos de abnegações e sacrifícios, lançando ostensivamente para o campo das convicções sem realidade e sem sentido o consenso geral dum país pequeno e pobre, cuja mediocridade de potencial demográfico e económico conferia caracteres de exiguidade à vastidão do nosso território que se espalha pròdigamente pelo mundo.

Criou-nos por outro lado, também, vivíssimas possibilidades de uma viragem na História, pelo que toca a poder vincar, na característica de euro-africanidade que é valioso atributo do nosso melhor sentido nacional, uma presença de interesse na comunidade das Nações; e tudo isto «pari passum» que nos abria generosamente o caminho para transformar radicalmente uma estrutura de vida de mediania empobrecida noutra em que orgulhosamente se afirmem altos índices de bem estar e de progresso.

Toda esta mutação, porém, que trás acorrentada a si a essência revolucionária das soluções de fundo para delicados problemas sociais e de projeção internacional, surge em consequência da aplicação duma Técnica que, aproximando dia a dia mais os povos, acabou por lhes impor uma mentalidade nova para as suas próprias relações; alteraram-se, por isso mesmo, normas de longa tradição de fabrico e de mercado, e as escalas nacionais tornam-se já mesquinhas perante os movi-

mentos de integração económica que desconhecem fronteiras por ùnicamente respeitarem custos de produção.

E então essa mesma Técnica, que pode constituir seguríssimo arrimo para a prosperidade nacional, cria-nos em contra-partida certas determinantes exteriores dentro das quais a nossa ainda modesta economia se tem de preparar para vencer; daqui a necessidade de interessar o País por uma mentalidade vigorosamente nova que encare tão delicados problemas na sua inteira realidade e no mérito das soluções possíveis que a Técnica actual lhes trás. Daqui a certeza, também, de que tudo quanto possa contribuir para os esclarecer e aprofundar, é trabalho meritório para o interesse da Nação.

* * *

A Técnica tem de viver, porém, essencialmente para o homem, dado que só na aplicação aos seus legítimos interesses, na preocupação de melhorar as condições da sua vida e de lhe facultar segurança, saúde e bem-estar, pode ter o merecimento que a acredite como uma dádiva útil do espírito ao serviço da Humanidade.

De facto, se o homem não passasse dum simples meio amorfo e impessoal que a Técnica subordinasse no puro interesse materialista das suas aplicações revolucionárias, tornando-o numa peça sem personalidade e sem vontade da esmagadora engrenagem de uma civilização mecanicista, então o homem retrogadaria abertamente por perda de direitos e de felicidade, exactamente por motivo daquelas possibilidades de progresso que pela sua inteligência concebeu.

Quem aplica a Técnica, portanto, tem de ter bem presente o sentido humano da sua aplicação, o que significa que a boa formação do técnico não deve, nem pode, deixar de ter também por base uma cultura humanista que o oriente na análise dos problemas e o condicione no estabelecer das soluções.

É, neste sentido, bem notória a lamentável lacuna que se nota ainda na preparação dos engenheiros entre nós, se não mesmo na dos nossos técnicos em geral, visto que assoberbados, no decorrer de muitos anos, pelo estudo dos problemas que as Ciências Físicas e Matemáticas lhes trazem junto de si em volume e em importância cada vez maiores, se desligam na sua formação universitária das realidades que envolvem problemas económico-sociais; e, sendo assim, a Universidade prepara-os muitas vezes com uma omissão gravíssima para poderem actuar conscienciosamente, mais tarde, perante factos e em ambientes que se não podem desligar da sua acção.

E, contudo, essa omissão — que aliás se começa a tentar corrigir embora com a timidez e a hesitação dos primeiros passos — não surge em consequência dum desinteresse próprio dos anos ou da função; pelo contrário, até, é talvez durante o decorrer da sua vida universitária que o futuro engenheiro mais subjectivamente sente o mundo de preocupações que emana dos delicados problemas sociais com que defronta; e porque os vive, como já se disse, na ânsia de soluções de equilíbrio, de correcção e de justiça, tem sêde exactamente daquilo que muitas vezes a Escola lhe não dá.

Vai, assim, procurá-lo desacompanhado em qualquer parte, visto a sua Escola lhe facultar ensino mas falhar no que respeita a uma parte importante da sua educação formativa.

Tudo quanto tenda, portanto, a objectivar-lhe tão graves e aliciantes problemas, a estabelecer-lhe as suas naturais premissas e a apontar-lhe desapaixonadamente as suas mais lógicas e viáveis soluções, tudo quanto procure relacionar-lhe, fria e construtivamente, dados técnicos com possibilidades económicas no fito de melhor o apetrechar para a contribuição que dele o País espera, não pode deixar de ter o maior interesse para os nossos engenheiros de amanhã, e cabe perfeitamente dentro das preocupações formativas do meio universitário que o acolhe, no fito de o preparar para integrar uma elite à qual, um dia, se há-de confiar a condução do povo português.

* * *

Tem a Universidade, de facto, outra função muito mais alta e nobre do que a de simplesmente instruir, e até de preparar homens de Ciência, de largo e de profundo saber; como tem de ser muito mais do que simples lugar de encontro entre estudantes e mestres, onde as lições se professem no acordo, mais ou menos rígido, a programas de ensino, e os exames se efectuem em

obediência a normas regulamentares que procuram traduzir honestamente aptidões e preparos mediante a frieza indiferente de um número apreciativo de valores.

Não lhe compete ùnicamente a função, aliás já por si bem meritória, de transmitir aos que vêm vindo os conhecimentos e as técnicas que se estejam acumulando de geração em geração, e as quais parece que ainda infelizmente constituem para alguns as únicas razões e medidas de uma Civilização; são — isso sim! — meios duma Civilização, é certo, mas não a medida e a razão duma Civilização em si, dado a Ciência não ser no seu conteúdo próprio nem moral nem imoral, mas poder perfeitamente sê-lo no campo das suas aplicações práticas.

Cabe à Universidade sobretudo, como Corporação prestigiosíssima, como pessoa moral que é a exprimir uma unidade, em vista de um fim comum, entre os que nela labutem e dela saiam, preparar os novos que a procurem para uma verdadeira colaboração que não pode ter por outro desiderato, e na ordem temporal das coisas, se não o do bem de todos na sociedade civil, ou no Estado.

Por isso mesmo tem de procurar, através dos meios que a Ciência, a experiência e a formação de cada um possam pôr ao seu dispor, muito mais do que preparar sòmente especialistas e entregar ao meio social em que se integra personalidades harmoniosas e cultas, para quem o serviço da comunidade, a contribuição ao bem comum, a dedicação devotada à actividade prática que eleva níveis de cultura, de progresso e de bem estar, constituam a preocupação que os domine e oriente como elementos valiosos duma aristocracia do pensamento e da acção.

Cabe-lhe, portanto, um largo papel educativo e formativo que se tem de realizar dentro dela, e em grande parte, para além das próprias funções docentes; impõe-se-lhe assim aproveitar ciosamente a colaboração de todos que lhe possam trazer, por adição, elementos esclarecedores para a teoria dos métodos e dos processos bem como para as realidades da vida: de quantos, enfim, sejam capazes de chamar a atenção dentro dela para problemas que o estudante há-de vir a encontrar no seu caminho, e para os quais o meio universitário lhe tem de dar, pelo menos, a consciência da sua existência e o sentido da sua formulação.

Obteve de há muito a Corporação Universitária — velho Colégio de Mestres que se não quer envelhecido — largos e nobres direitos de mercê à independência e à autonomia que a desliguem de sujeições capazes de lhe comprometer, por qualquer forma, a pureza e a relevância dos seus próprios fins; no fito de poder manter, porém, esses direitos que a engrandecem e nobilitam para um desempenho sério do altíssimo papel que lhe compete de contribuir para os mais altos interesses nacionais, precisa manter bem vivo tudo quanto represente de quota parte para a função formativa e educativa que tem de emanar de si como lógica resultante, pessoal e própria, dum conjunto de esforços, de dedicações, de presença e de contacto entre professores, técnicos e alunos, que se não pode traduzir ùnicamente pelo cumprimento estricto — muito embora brilhante — das suas obrigações funcionais.

Por tudo isto, e muito mais, nunca se poderá a Universidade limitar ao papel de instrumento público a que simplesmente coubesse transmitir às gerações que se lhe confiam o máximo de conhecimento; este, como observava Einstein, não passa de coisa inanimada, enquanto que a Escola tem de estar, pela natureza da sua mais nobre função, ao serviço da vida.

Sendo assim, e pelo que lhe particularmente lhe toca, uma Escola de Engenharia tem de desenvolver na mocidade que a busca o interesse pelos problemas essenciais do País, de lhe ensinar a tirar da Técnica que manipulará a forma de os resolver com vista ao bem estar da Sociedade, de lhe chamar a atenção para as realidades que os definem pondo-a de sobreaviso perante as fantasias que os deturpam e as omissões que os comprometam; de lhe mostrar corajosamente, enfim, aquilo que nos enaltece e aquilo que nos diminui, dado que só dessa forma saberá medir, depois, o valor de trabalhos realizados e o mérito e as dificuldades dos que há que realizar ainda.

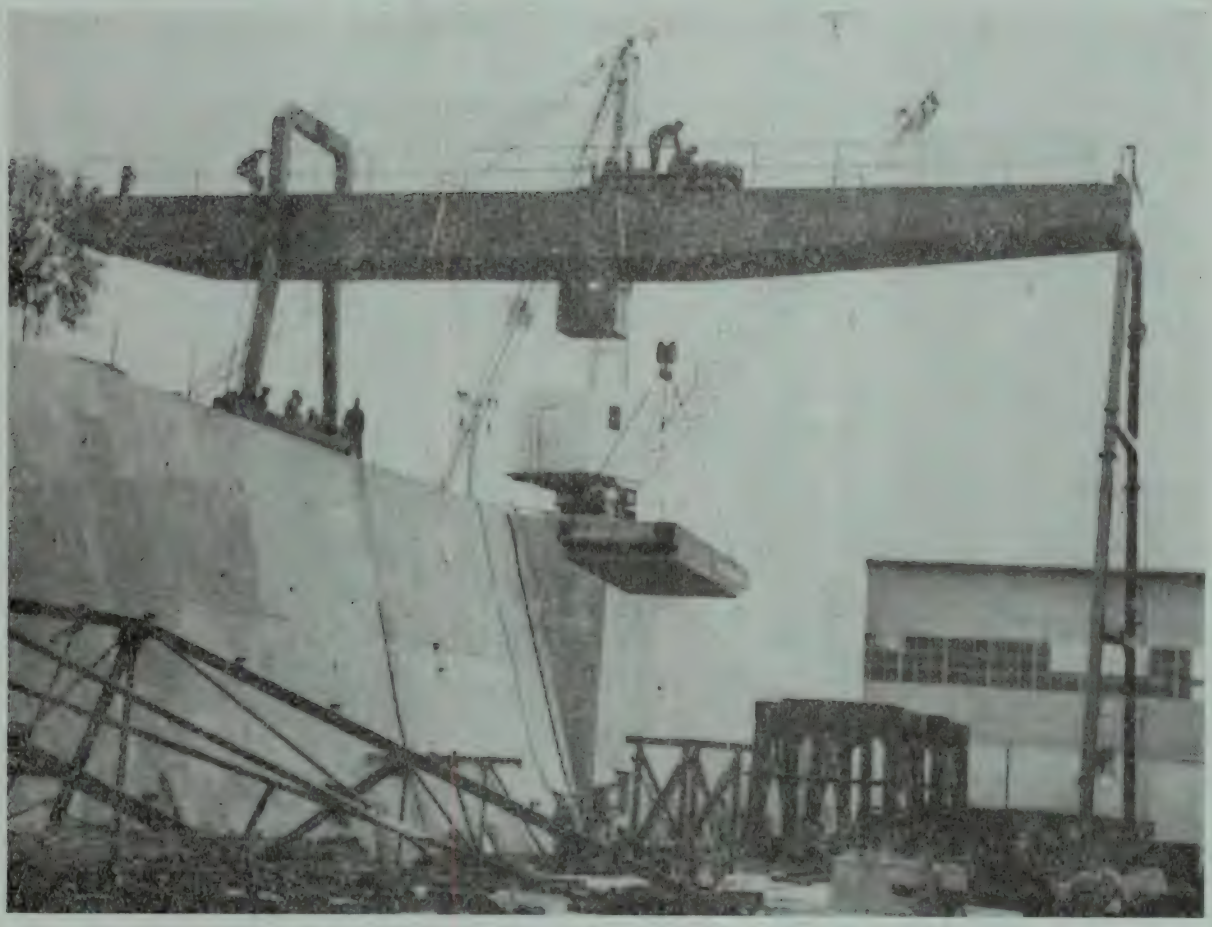
Tem como qualquer outra Escola, portanto, que integra uma Universidade, de desenvolver nos seus alunos qualidades e capacidades próprias que representem valores com vista a que a Sociedade prospere.

A Direcção da «Técnica» ao pretender, assim, abordar no ano que se inicia uma série de problemas formativos que, no sector da Engenharia, tanto interessam à vida e ao progresso nacionais, integra-se perfeitamente no melhor espírito universitário que a todos nós cabe acalentar e defender.

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Pórtico rolante eléctrico, para a carga de 16 t e vão de 19 m destinado à Empresa Termoeléctrica Portuguesa

Ensaio de carga em fábrica

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES

GUINDASTES

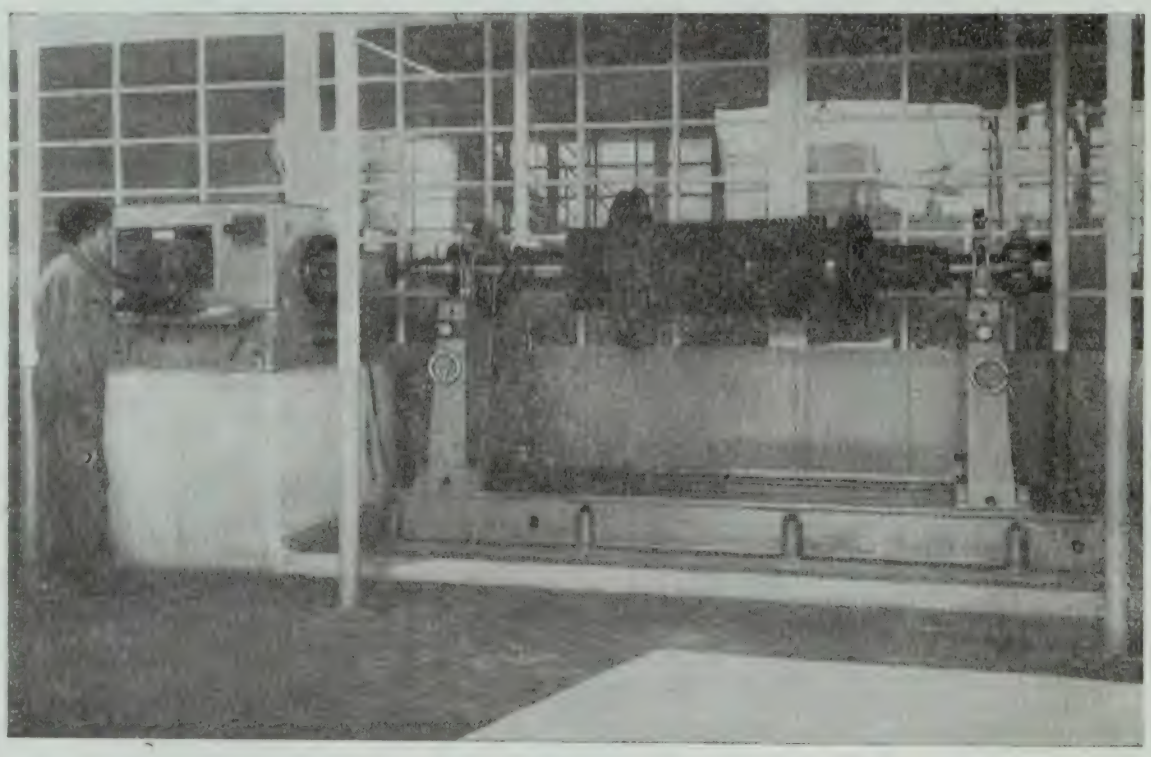
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes
no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS
LISBOA

Telef. 66 21 48

C. D. U. 544.63:545:546.791

NOVO MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA DOSAGEM DO URÂNIO

FRAÚSTO DA SILVA
Assistente do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)
E LEGRAND DE MOURA
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)

I. Bases teóricas do método

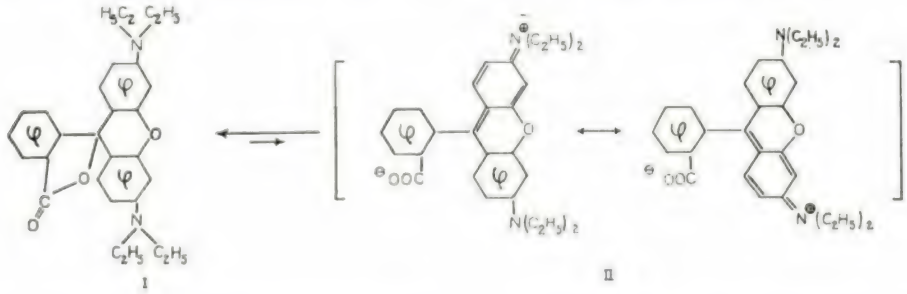
Quando compostos acídicos, solúveis em benzeno, são tratados com uma solução benzénica de Rodamina B, desenvolve-se uma coloração vermelha de intensidade variável com cada composto. A sensibilidade desta reacção pode ser muito aumentada se ao sistema for adicionada uma solução de sais de uranilo, desenvolvendo-se não só a cor mas também uma fluorescência alaranjada na camada benzénica. Como compostos acídicos podem citar-se ácidos aromáticos monocarboxílicos, ácidos gordos monobásicos, fenois, imidas, etc.

Fritz Feigl (1) fez desta reacção um teste de fluorescência para compostos ácidos solúveis em benzeno e, inversamente, para os sais de uranilo na presença daqueles.

Uma análise da química do processo levou-nos a pensar se não seria possível dosear o urânio apenas por um método colorimétrico, sem olhar à fluorescência. De facto, o que se passa é o seguinte:

A rodamina encontra-se no benzeno sob a sua forma «leuco» em equilíbrio com uma quantidade mínima da forma «quinónica», isto é:

1)

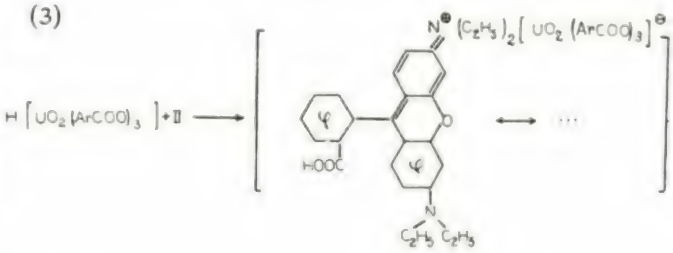


I II

Se, no entanto, estiverem presentes certos catiões de metais pesados, no nosso caso uranilo UO_2^{++} e, por exemplo, um ácido aromático monocarboxílico, formam-se sais pouco dissociáveis que se vão fixar sobre a forma quinónica do còrante deslocando o equilíbrio para a direita

2) $$UO_2^{++} + 3\,A_r\,COOH \rightleftarrows H\,[UO_2\,(A_r\,COO)_3] + 2\,H^+$$

(3)



Produz-se assim uma coloração que deve ser proporcional à quantidade de UO_2^{++} presente se fixarmos rigorosamente a concentração do ácido carboxílico, e de tal modo que este esteja sempre em excesso. Como os equilíbrios 1) e 2) são contìnuamente deslocados não há que temer a reversibilidade das reações. É porém de notar que, como teremos ocasião de verificar, deve estabelecer-se um equilíbrio total influenciável pela concentração de reagente acídico. Mais tarde voltaremos a este assunto.

Pareceu-nos mais conveniente o emprego de ácido benzóico neste estudo pois é fàcilmente obtenível, bastante solúvel em benzeno e é um

dos mais sensíveis agentes nesta reação. F. Feigl (1) aponta os seguintes limites de identificação para algumas substâncias estudadas

0,5 γ de ácido benzóico

2,5 γ de ácido palmítico

2,5 γ de ácido esteárico

5 γ de p— ou m— nitrofenol

1 γ de ácido salicílico

0,1 γ de ácido picrolónico

200 γ de nitrometano

A concentração a usar foi fixada «a priori» em 2% até à verificação experimental.

II. Estudo das condições experimentais

Neste capítulo estudaremos os diversos factores que determinam as condições óptimas de trabalho (curva de absorpção, pH de extração, tempo de agitação, concentrações de Rodamina B e Ácido benzóico e temperatura) e verificaremos a segurança do método (estabilidade da cor, interferências e efeito salino). Os resultados obtidos exprimem-se sob a forma tabular e, na sua maioria, também gráficamente.

A. *Curva de absorpção*

Os estudos preliminares foram realizados com uma solução de nitrato de uranilo p. a. com 20 γ U_3O_8/ml. Fez-se uma toma de 1 ml e extraíu-se com uma mistura de 5 ml de uma solução saturada de Rodamina B e 5 ml de uma solução a 2% de ácido benzóico, ambas em benzeno. Agitou-se a mistura durante 30 segundos e, depois de decantada, filtrou-se a camada orgânica por algodão hidrófilo prèviamente saturado com a solução de Rodamina B. Obtivemos assim uma solução límpida.

Tivemos ocasião de verificar que os processos usuais de secagem com sulfato de sódio anidro ou cloreto de cálcio não deram resultados reprodutíveis devido à adsorpção da Rodamina, pelo que optámos pela técnica anteriormente descrita.

Utilizámos para as medições um espectrofotómetro Beckmann, modelo B, na sensibilidade 3.

Apresentam-se no Quadro I os resultados obtidos para a absorvância nos diversos comprimentos de onda.

QUADRO I

Comprimento de onda λ mμ	Absorvância
350	0,105
370	0,055
390	0,040
410	0,045
430	0,048
450	0,045
470	0,060
490	0,090
510	0,185
530	0,280
550	0,595
570	0,400
590	0,055
610	0,015
630	0,015
650	0,015
670	0,015
690	0,020
710	0,040

A zona do máximo foi em seguida examinada de modo a poder estabelecer a curva com maior precisão. O verdadeiro valor desse máximo situa-se para $\lambda = 555$ mμ, com um patamar bastante estreito mas absolutamente dentro do valor de sensibilidade dos aparelhos correntes. Não afecta pois o método.

É ainda de notar que este máximo corresponde à zona de maior fidelidade do aparelho devido à proporcionalidade entre a corrente debitada e a intensidade luminosa recebida (esta zona situa-se geralmente a cerca de 600 mμ).

O espectro de absorpção corresponde à curva designada por Fig. 1.

B. *pH de extracção*

Para verificar a influência do pH na extracção preparámos soluções tamponizadas para diversos valores aferindo-os depois por medição directa. A técnica usada foi a mesma da determinação anterior e os resultados obtidos apresentam-se no quadro II (sensibilidade 2).

QUADRO II

pH	Absorvância
1,8	0,15
3,4	0,46
4,1	0,53
5,1	0,61
6,3	0,14
7,2	0,155
9,1	0,59

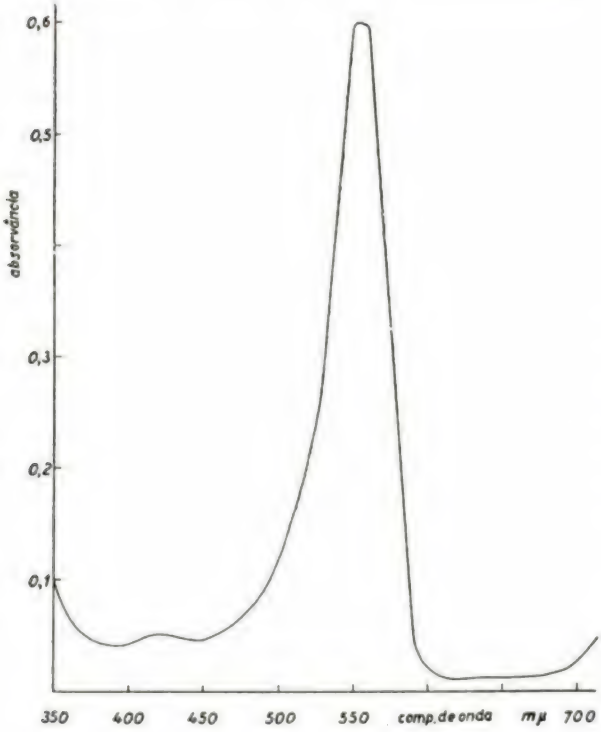
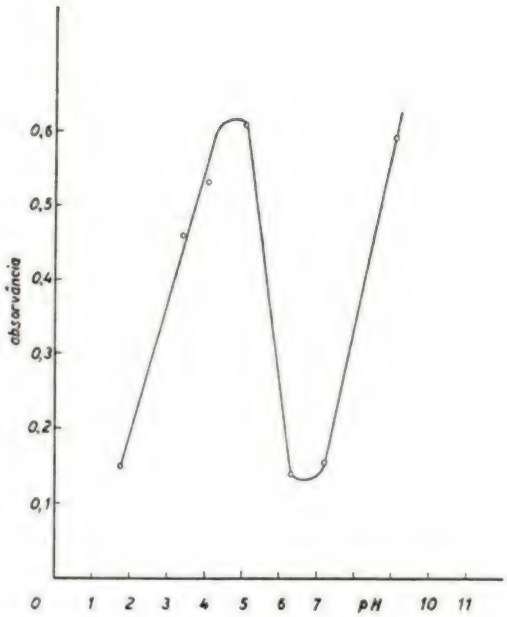


Fig. 1

Com estes valores construimos a curva designada por Figura II. A zona de pH óptimo situa-se à volta de pH = 5 o que é cómodo, pois corresponde ao valor normal do pH da água destilada simples do laboratório com a qual retomamos os sais de uranilo resultantes do ataque e separação do urânio nos minérios. Esta vantagem levou-nos a desprezar a zona de valores superiores a pH = 7 o que poderia eliminar algumas interferências mas acarretaria algumas complicações.

C. *Tempo de agitação*

A fim de averiguar da quantitatividade de extracção fizemos ensaios para diversos valores de



Fig, 2

tempos de agitação medindo depois as respectivas absorvâncias. Como se vê no quadro III e na Figura III o valor óptimo do tempo situa-se acima dos 120 segundos muito embora o acréscimo de absorvância não seja de grande monta (como se vê, esse acréscimo é da ordem das 0,05 unidades).

Os ensaios foram efectuados com os mesmos detalhes já especificados:

$$C = 20\,\gamma\ U_3O_8/ml$$

$$\lambda = 555\ m\mu$$

Sensibilidade 2

QUADRO III

Tempo: segundos	Absorvância
10	0,455
30	0,470
60	0,485
90	0,495
120	0,50
150	0,50

D. *Concentração da solução de Rodamina B*

Verificámos que a absorvância aumentava linearmente com a concentração de Rodamina B. Usamos por isso uma solução saturada; é de

notar, porém, que a saturação varia com a temperatura, havendo necessidade de refazer a escala cada vez que se preparam novas soluções dos reagentes

Como se vê na figura IV, não obtivemos, como era de esperar, uma recta horizontal para as «diferenças» nem mesmo uma curva assintótica ou com um máximo. É pois de concluir que o

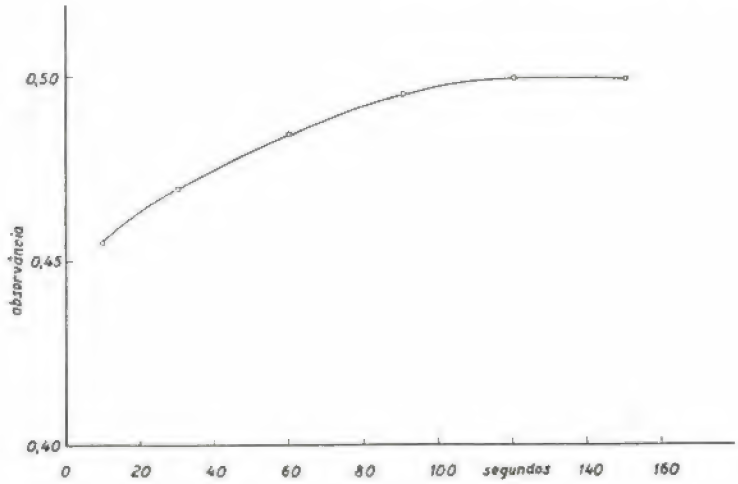


Fig. 3

Uma vez preparadas mantêm-se estáveis e os resultados são reprodutíveis. Devido ao longo período de tempo que mediou entre o início e a conclusão deste trabalho houve necessidade de preparar várias soluções dos reagentes, motivo pelo que alguns valores de experiências diferentes não são concordantes.

E. *Concentração de ácido benzóico*

Partimos de uma solução a 10 % de ácido benzóico em benzeno efectuando diluições convenientes para cada extracção. Torna-se necessário efectuar ensaios em branco (sem UO_2^{++}) pois, como dissemos no início deste trabalho, os reagentes acídicos dão a mesma reacção, apenas com menor intensidade.

Os valores obtidos resumem-se no quadro IV.

$C = 20\ \gamma\ U_3O_8/ml$
$\lambda = 555\ m\ \mu$
$S = 2$

QUADRO IV

% de C_6H_5COOH	Absorvância (c/ UO_2^{++})	Absorvância (branco)	Absorvância (diferença)
1	0,315	0,075	0,240
2	0,440	0,110	0,330
4	0,510	0,130	0,385
6	0,575	0,150	0,425
8	0,640	0,165	0,485

aumento de concentração do ácido benzóico aumenta o coeficiente de distribuição entre a fase orgânica e a aquosa ou talvez que se estabeleça um equilíbrio global regido pela lei da acção das massas. Como se vê também a concentração de 1 % é aparentemente insuficiente. O comportamento da curva não é elucidativo de modo que nos decidimos muito simplesmente a adoptar a concentração de 2 % com que «a priori» trabalhámos até aqui. De resto um valor superior estreitaria excessivamente a zona de trabalho devido às grandes absorvâncias dos «brancos».

F. *Influência da temperatura*

Os valores de absorvância em função da temperatura podem comparar-se no quadro V

QUADRO V

Temperatura °C	Absorvância
25°	0,35
30°	0,39
35°	0,45
40°	0,45

Há um aumento linear até um valor de absorvância no qual estaciona. É de crer que este aumento seja devido à solubilização de partículas

sempre presentes nas soluções saturadas. Os desvios para pequenos afastamentos de temperaturas de trabalho são suficientemente insignificantes para se poderem desprezar.

A exiguidade de pontos não permite um traçado preciso de uma curva, aliás desnecessária.

G. *Efeito salino*

Em problemas de extracção é sempre de considerar este efeito que por vezes se revela de extraordinária influência. A adição de sais inorgânicos à fase aquosa aumenta frequentemente a relação de distribuição de muitas substâncias a favor da fase extractante o que pode explicar-se em parte pela influência desses electrólitos na actividade dos iões ou grupos iónicos que se distribuem. A confirmar este ponto de vista está o facto de serem as influências mais marcadas devidas a sais de metais polivalentes. Também o facto de que os catiões de menores raios iónicos aumentam do mesmo modo a relação de distribuição, leva a supor que a solvatação desses catiões reduza o número de moléculas de água disponível como solvente (2).

Os nossos ensaios foram realizados com NO_3Na mas como se vê pelos valores do quadro VI o efeito é nulo.

De certo modo isto seria uma vantagem pois permitir-nos-ia tornar o método independente do ataque dos minérios. No entanto, como verificámos posteriormente, as interferências tornam necessária uma separação prévia, quer com carbonato de amónio, quer com T.B.P. Deste modo a verificação do efeito salino torna-se inútil.

QUADRO VI

% de NO_3 Na	Absorvância
5 %	0,51
10 %	0,50
15 %	0,52
20 %	0,50

H. *Estabilidade de coloração*

A cor é estável até várias horas depois da extracção se se tomarem precauções tendentes a evitar a evaporação do benzeno, aliás desprezável para períodos reduzidos.

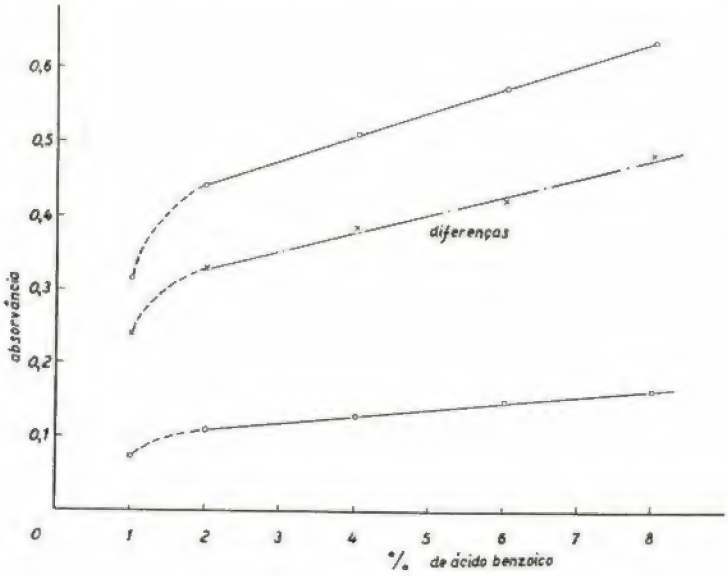


Fig. 4

I. *Interferências*

Como é de prever, interferem os iões complexantes do UO_2^{++}; outras interferências há a apontar e essas constituem o ponto frágil deste método. Com efeito um número relativamente grande de catiões dá uma reacção análoga embora com menor sensibilidade: Sn^{++}, Bi^{+++}, Sb^{+++}, etc. e muito especialmente o Fe^{+++} para o qual a interferência é muito acentuada. Embora

visualmente a coloração seja diferente, devido à fluorescência, os espectros de absorpção são análogos na zona do visível — correspondem à forma quinónica da Rodamina B — e o uso do benzeno como solvente impede-nos o recurso ao ultra-violeta de comprimento de onda inferior a cerca de 300 m μ. Na verdade este método poderia aplicar-se igualmente à dosagem do ferro e se o adoptámos ao urânio foi apenas por necessidade de resolver certos problemas específicos do nosso laboratório (análise de soluções eluidas de colunas permutadoras). A utilização de complexantes do Ferro e de outras condições experimentais não deu resultados satisfatórios mantendo-se no entanto o problema em estudo, nomeadamente no que se refere à aditividade de absorvância dos complexos de Fe^{+++} e UO_2^{++} o que pode conduzir a um método mais interessante do ponto de vista analítico. As interferências dos outros catiões têm menor importância dada a sua fácil separação.

III. Considerações finais. Extractabilidade

Extracções sucessivas de uma amostra com 20 γ U_3O_8/ml deram os seguintes resultados

1.ª extracção — absorvância: 0,45
2.ª extracção — absorvância: 0,14
3.ª extracção — absorvância: 0,09

A extracção deve pois ser analìticamente quantitativa com duas operações sucessivas e isto é tudo o que se pode afirmar em face da curva absorvâncias — concentrações (figura V). Como, porém, os valores são reprodutíveis e a lei de Beer é seguida, é de concluir que o coeficiente de distribuição total é constante sendo assim o método independente da quantitatividade de extracção.

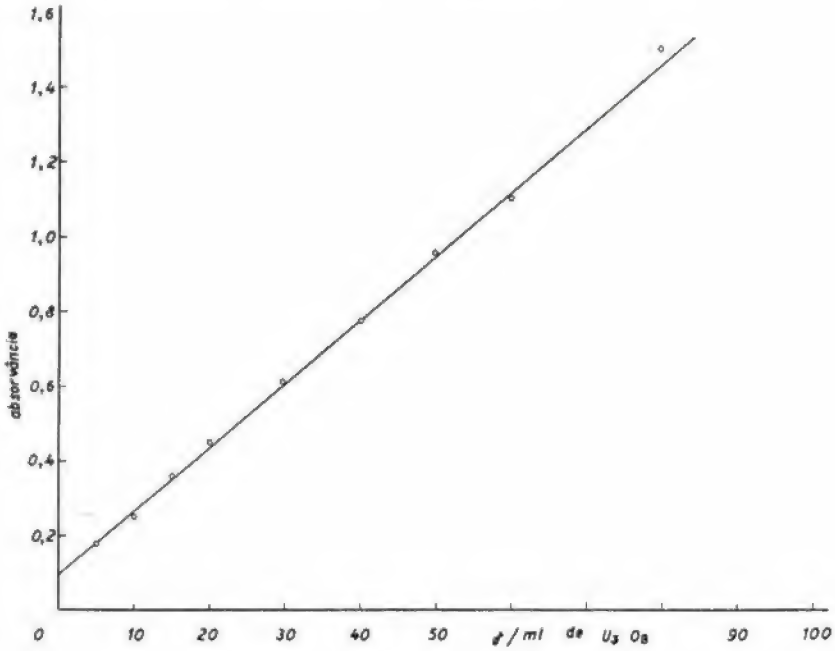


Fig. 5

IV. Condições operatórias

O estudo que viémos conduzindo permitiu-nos definir precisamente as condições óptimas de trabalho, que exporemos em seguida, e com as quais obtivemos a curva absorvâncias-concentrações (figura V), escala deste método.

Em apêndice dá-se o processo usado para o ataque dos minérios e alguns resultados comparados com os obtidos pelo método usual: extracção com T. B. P. e colorimetria directa com SCN^-.

Marcha analítica:

1) Tomar 1 ml da solução a analisar verificando prèviamente o seu pH que deve oscilar em torno de 5.
2) Adicionar 5 ml de uma solução de ácido benzóico a 2 % e 5 ml de outra solução de Rodamina B, saturada, ambas em benzeno.

3) Extrair por agitação durante 120 segundos e deixar repousar durante 5 minutos.
4) Filtrar a camada orgânica por algodão embebido na solução saturada de Rodamina B, directamente para a «cuvette» do espectrofotómetro.
5) Ler para $\lambda = 555$ m μ.

A curva padrão foi estabelecida a partir de uma solução base de nitrato de uranilo p. a. com uma concentração de 200 γ U_3O_8/ml da qual se fizeram diluições convenientes.

Os resultados obtidos resumem-se no Quadro VII ao qual corresponde a figura V.

Fazemos notar mais uma vez que estes valores dependem das soluções, em especial da de Rodamina B uma vez que não é possível fixar-lhe uma concentração. É pois necessário estabelecer a curva padrão de cada vez que se renovam as soluções.

Os valores que se apresentam incluem em si as correcções devidas às células.

A aditividade é perfeita sendo o método satisfatório para uma zona de concentrações oscilando entre 5 e 60 γ U_3O_8/ml.

Os últimos pontos apresentados estão já fora da sensibilidade do aparelho.

QUADRO VII

Concentrações γ U_3O_8/ml	Absorvância
0	0,095
5	0,180
10	0,250
15	0,360
20	0,450
30	0,610
40	0,775
50	0,955
60	1,100
80	1,500
100	1,700

Fazemos notar que se se empregarem dez mililitros de uma solução simultâneamente saturada em Rodamina B e 2 % em ácido benzóico podemos reduzir a escala de modo a obter um menor limite de identificação e dosagem. Não nos parece porém um processo útil dado o alto valor da absorvância do branco.

Nota:

É de capital importância o emprego de benzeno bem seco para o que este deve permanecer sobre sódio durante vários dias.

APÊNDICE:

Técnica de análise de minérios de urânio com vistas à aplicação do presente método — resultados comparados

Pesar uma amostra de minério compreendida entre 0,5000 e 5,0000 g a qual dependerá do teor previsto em U_3O_8.

Atacar com 15-20 ml de NO_3H conc. em copo de 250 ml. Levar à secura. Repetir o ataque com a mesma quantidade de ácido e levar novamente à secura. Retomar o resíduo com NO_3H 1:19, solubilizar e filtrar. O volume de solução não deve exceder 75 ml.

Fazer a extracção do nitrato de uranilo com fosfato de tributilo (T.B.P.) a 40 % (volume-volume) e fracção do petróleo destilado entre 130-150° C.

Utilizar duas ampolas de decantação e juntar em cada uma delas 10 ml da solução de TBP e 10 ml de uma solução saturada de NO_3NH_4 em NO_3H 1:19. Agitar durante um minuto, decantar e rejeitar as fases aquosas. Passar a solução para a 1.ª ampola, lavar com esguicho contendo a solução saturada de NO_3NH_4 em NO_3H 1:19. Agitar 1 minuto, decantar, passar a fase aquosa para a segunda ampola com o solvente e repetir a extracção. Rejeitar a fase aquosa.

Lavar com pequenas porções (5 ml) de solução de NO_3NH_4 — 2 a 3 vezes — rejeitando sempre a fase aquosa.

Realizar o «stripping» juntando em cada ampola contendo o solvente com o urânio 10 ml de uma solução de CH_3COONH_4 a 20 %. Agitar durante 1 minuto, deixar separar, e receber as fases aquosas em cápsula de porcelana. Repetir o tratamento mais duas vezes e receber os decantados aquosos na mesma cápsula. A solução contém todo o urânio.

Levar à secura com gotas de NO_3H em banho de areia e calcinar para expulsar os sais de amónio. Repetir o tratamento e por fim retomar com água e levar uma vez mais à secura. Pôr na estufa a 110° C durante 2 horas. Retomar com água destilada, solubilizar e prefazer volume

conveniente. O pH desta solução deve ser cerca de 5 e se assim for está apta a ser analizada pelo método descrito.

Alguns resultados obtidos:

Amostras	Extracção c/ TBP e col. directa c/ SCN	Método da Rodamina B
B_1	0,006 %	0,005 — 0,007 %
A_{39}	0,188 %	0,184 %
B_{347}	0,200 %	0,205 %

* * *

É uma obrigação que cumprimos gostosamente agradecer ao Ex.mo Sr. Prof. Herculano de Carvalho o apoio e as múltiplas sugestões que nos ajudaram a conduzir o presente trabalho a bom fim.

Agradecemos também ao colega Eduardo Reis, do Laboratório de Análises, a verificação de alguns resultados experimentais.

RESUMO

Apresenta-se um novo método para a determinação espectrofotométrica de quantidades mínimas de U_3O_8 e aplicável por conseguinte a minérios pobres. O método baseia-se no desenvolvimento de uma coloração vermelha quando se extrai uma solução de sais de uranilo com uma mistura de soluções de Rodamina B e ácido benzóico em benzeno. A lei de Beer é perfeitamente seguida numa larga zona de concentrações. Interferem catiões de alguns metais pesados, em especial o Fe^{+++}, o que torna necessária uma separação prévia.

No artigo estudam-se as condições óptimas de extracção e inclui-se em apêndice o processo de tratamento dos minérios e alguns resultados comparados.

SUMMARY

A new spectrophotometric method for the determination of small amounts of U_3O_8 is presented. It is based on the development of a redish colour when uranyl ions are extracted with a mixed solution of Rodamine B and benzoic acid in benzene. The Beer's law is followed over an wide range of concentrations and the main interferences are the cations of some heavy metals, specially Fe^{+++}; a separation becomes then necessary. The experimental conditions are determined and we enclose also a note with the method of attack of uranium ores and some compared results.

BIBLIOGRAFIA

1) Spot Tests. Vol II: Organic Applications — F. Feigl Elsevier — 1957.
2) Solvent Extraction in Analytical Chemistry: Morrison e Freiser — Willey & Sons — 1957.

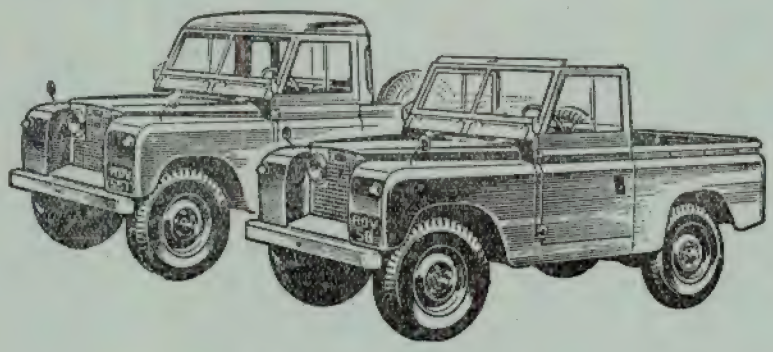
LAND-ROVER

APRESENTA
OS NOVOS MODELOS
«88» e «109»

com motores a Gasolina e Rover-Diesel

QUE REUNEM OS
RESULTADOS DE DEZ
ANOS DE EXPERIÊNCIA DA
«THE ROVER COMPANY, LTD.»

Mais de 200.000 unidades em circulação



- AINDA MELHOR ASPECTO
- MAIOR COMODIDADE
- MAIOR ROBUSTEZ
- MAIOR SEGURANÇA
- MAIOR POTÊNCIA
- MAIOR CAPACIDADE DE CARGA

LAND-ROVER

O veículo de múltiplas aplicações indispensável ao lavrador para transporte de carga e pessoal, reboque e para accionar qualquer tipo de máquina

DISTRIBUIDORES GERAIS: GARAGEM VICTORIA

3, R. Nova de S. Mamede, 9 **LISBOA** Telefs. 68 17 47 / 68 10 37 / 66 38 20

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7469

C. D. U. 627.821.3.001.2

Alguns problemas especiais do método "Trial load" para o cálculo de barragens-abóbada

PELO ENG. CIVIL (I. S. T.) JOÃO DE SALVADOR FERNANDES

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA
CONSULTORES PARA ESTUDOS E PROJECTOS

Ao Prof. Eng.º Alberto Abecasis Manzanares, Director da Hidrotécnica, onde este trabalho foi realizado, manifestamos os nossos sinceros agradecimentos pela maneira como sempre se interessou pela nossa carreira, tanto no I. S. T. como mais tarde, convidando-nos a trabalhar na Hidrotécnica.

Testemunhamos também o nosso profundo reconhecimento ao Eng.º Joaquim Laginha Serafim, Eng.º António Ferreira da Silveira e ao Eng.º Caldeira Rodrigues pela forma como nos apoiaram na realização deste estudo, bem como pelas facilidades e valiosas sugestões que o tornaram possível.

1 — O método «Trial load»

a) *Descrição do método*

Damos nesta parte uma descrição sumária do método «Trial load» para o cálculo de barragens-abóbada, dado que o resto deste trabalho se refere a aspectos particulares deste cálculo.

Nesta descrição incluimos também a dedução das expressões de deformação dos arcos, dedução que só em parte está incluída na publicação que divulgou o referido método.

O método «Trial load», tal como se usa agora, desenvolveu-se nos Estados Unidos da América em 1923, fruto da investigação levada a cabo pelo «Bureau of Reclamation». Consiste essencialmente na divisão da estrutura no espaço da barragem-abóbada num certo número de elementos estruturais do plano, horizontais — arcos — e verticais — consolas — de espessura unitária. A pressão hidrostática total em cada ponto é dividida pelos arcos e consolas de modo a que a soma das partes atribuídas a cada um seja igual à pressão hidrostática total no ponto, e essa distribuição é feita de maneira a que os deslocamentos em todos os pontos de intersecção dos arcos e consolas sejam iguais nas seis direcções possíveis, três lineares e três angulares.

Às tentativas necessárias para se conseguir uma igualdade de deslocamentos em cada uma das seis direcções chama-se um ajustamento. Na prática, porém, só existem até à data métodos de cálculo para ajustamentos radiais, tangenciais e de torsão, conseguindo igualdade de deslocamentos radiais e tangenciais e de rotações em torno dos eixos vertical e tangenciais (quando falamos de direcção ou eixo tangencial, referimo-nos à direcção tangente à linha axial dos arcos). Não se fazem portanto ajustamentos dos deslocamentos verticais e das rotações em torno dum eixo radial.

Mais ainda, devido à complexidade e ao tempo considerável requerido por cada ajustamento é frequente fazer-se, sobretudo em anteprojecto, apenas um ajustamento radial, que é aquele que maior importância tem e que nos dá em geral uma ideia por excesso, das tensões máximas produzidas em abóbada. A importância dos outros ajustamentos difere muito de caso para caso, e de uma maneira geral tendem a diminuir, sobretudo o ajustamento tangencial, as tensões junto às fundações da abóbada, podendo aumentá-las noutros pontos.

Resta-nos referir um reajustamento que se pode fazer considerando efeitos adicionais do coeficiente de Poisson. Este ajustamento é de pequena importância.

Efectuado um ajustamento, distribuindo por tentativas a carga total pelos arcos e consolas supostos inicialmente independentes e levadas a coincidirem em todos os pontos, obtemos a carga total em cada elemento, arco ou consola, po-

dendo assim calcular os esforços e as tensões resultantes.

Referimo-nos até aqui apenas à pressão hidrostática, mas o método de cálculo já desenvolvido, inclui efeitos da variação de temperatura, sismos, peso próprio, diferença de temperatura entre os paramentos de montante e jusante, etc., que entram no ajustamento sob a forma de deslocamentos iniciais, quer dos arcos, quer das consolas.

Tudo o que dissemos até aqui refere-se à essência do método. Na prática, calculam-se prèviamente para cada elemento, por questão de comodidade, os deslocamentos e os esforços devidos a uma série de cargas unitárias tipo, radiais no caso do ajustamento radial, tangenciais e binários no caso de se fazerem outros ajustamentos.

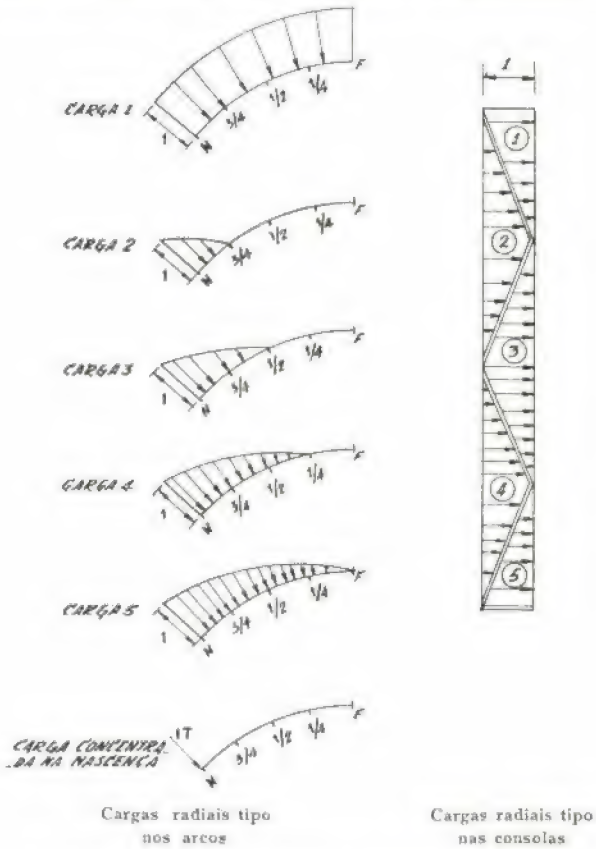


Fig. 1 — Cargas radiais unitárias tipo consideradas no cálculo

Na figura 1 podem ver-se as cargas radiais tipo utilizadas no método, para os arcos e consolas.

b) *Análise dos arcos*

Damos nesta alínea o método de cálculo dos deslocamentos e incógnitas dos arcos, tal como é utilizado no «Trial load». Todas as deduções que fazemos nesta alínea são baseadas no livro *«Trial load method of analizing arch dams»* publicado pelo «Bureau of Reclamation», mas a das expressões gerais dos deslocamentos no fecho, fazemo-las utilizando a expressão geral da energia de deformação dum sistema reticulado, e o teorema de Castigliano.

A expressão da energia total da deformação é, por todos conhecida da Resistência de Materiais:

$$T_i = \frac{1}{2}\Sigma\int\frac{N^2}{E\Omega}ds + \frac{1}{2}\Sigma\int\frac{M^2}{EI}ds + \frac{1}{2}\Sigma\int\frac{NM}{E\Omega\rho}ds + \frac{1}{2}\Sigma\int\frac{T^2}{KG\Omega}ds \qquad (1)$$

Para uma só barra e desprezando o efeito da curvatura visto a espessura ser pequena em relação ao raio, esta expressão simplifica-se:

$$T_i = \frac{1}{2}\int\frac{N^2}{E\Omega}ds + \frac{1}{2}\int\frac{M^2}{EI}ds + \frac{1}{2}\int\frac{T^2}{KG\Omega} \qquad (2)$$

A relação entre os módulos de elasticidade longitudinal e transversal é:

$$\frac{E}{G} = 2(1+\mu) \text{ sendo } \mu \text{ o coeficiente de Poisson}$$

Se fizermos $\mu = 0{,}2$ e K, (coeficiente devido à distribuição não uniforme das tensões de corte), igual a $\frac{1}{1{,}25}$ para a secção rectangular, temos $\frac{1}{KG} = \frac{3}{E}$.

A expressão (2) toma então a forma:

$$T_i = \frac{1}{2}\int\frac{N^2}{E\Omega}ds + \frac{1}{2}\int\frac{M^2}{EI}ds + \frac{3}{2}\int\frac{T^2}{E\Omega}ds \qquad (3)$$

Para obtermos o deslocamento na direcção e ponto de aplicação duma solicitação externa qualquer é suficiente, segundo o teorema de Castigliano, derivar a expressão da energia de deformação em relação a essa solicitação. A solicitação pode ser uma força e então o deslocamento é linear, ou um binário aplicado, sendo a deformação uma rotação no sentido do binário.

Mais ainda, a solicitação pode ser nula e neste caso basta anulá-la na expressão da derivada e da solicitação total. Temos então, se chamarmos P a essa solicitação, e se queremos achar o deslocamento — linear ou rotação — no fecho:

$$\delta = \int_F^N \frac{N \frac{\partial N}{\partial P}}{E\Omega} ds + \int_F^N \frac{M \frac{\partial M}{\partial P}}{EI} ds + 3 \int_F^N \frac{T \frac{\partial T}{\partial P}}{E\Omega} ds \quad (4)$$

Consideremos o esquema da fig. 2, em que M_0, N_0 e T_0 são os esforços hiperestáticos no fecho.

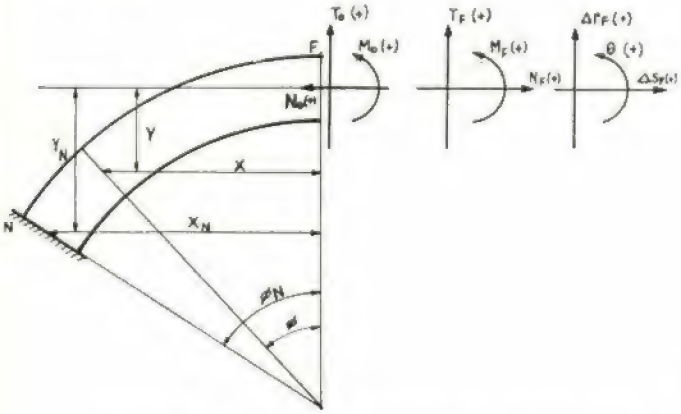


Fig. 2 — Semi-arco considerado no cálculo dos deslocamentos e incógnitas hiperestáticas

Podemos supor que actuam no fecho um binário M_F um esforço axial N_F e um esforço transverso T_F aplicados nesse ponto e com os sentidos positivos indicados no esquema. Chamemos θ_F às rotações, Δr_F aos deslocamentos radiais e Δs_F aos deslocamentos tangenciais no fecho. Então para obtermos θ_F basta derivar a expressão da energia em relação a M_F e anular M_F, e para obtermos Δr_F e Δs_F fazer o mesmo em relação a T_F e N_F respectivamente.

Os momentos, esforços axiais e transversos em cada ponto são dados pelas expressões seguintes em que M, N e T têm o mesmo sentido que M_0, N_0 e T_0 relativamente a cada secção.

$$M = M_0 + M_F + (N_0 - N_F)\, Y + (T_0 + T_F)\, X - M_{is} \quad (5)$$

$$N = (N_0 - N_F) \cos\phi - (T_0 + T_F) \operatorname{sen}\phi + N_{is} \quad (6)$$

$$T = (T_0 + T_F) \cos\phi + (N_0 - N_F) \operatorname{sen}\phi - T_{is} \quad (7)$$

Em que M_{is}, N_{is} e T_{is} são esforços isostáticos devidos às outras cargas actuantes, supondo o semi-arco cortado pelo fecho.

Daqui podem tirar-se as seguintes relações:

$$\frac{\partial M}{\partial M_F} = 1 \quad (8)$$

$$\frac{\partial N}{\partial M_F} = \frac{\partial T}{\partial M_F} = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial M}{\partial N_F} = -\, y \quad (10)$$

$$\frac{\partial N}{\partial N_F} = -\cos\phi \quad (11)$$

$$\frac{\partial T}{\partial N_F} = -\operatorname{sen}\phi \quad (12)$$

$$\frac{\partial M}{\partial T_F} = X \quad (13)$$

$$\frac{\partial N}{\partial T_F} = -\operatorname{sen}\phi \quad (14)$$

$$\frac{\partial T}{\partial T_F} = +\cos\phi \quad (15)$$

Substituindo estas expressões na expressão (4), temos:

$$\Theta_F = \int_F^N \frac{M}{EI} ds \quad (16)$$

$$\Delta S_F = -\int_F^N \frac{N}{E\Omega} \cos\phi\, ds - \int_F^N \frac{M\,Y}{EI} ds - 3 \int_F^N \frac{I}{E\Omega} \operatorname{sen}\phi\, ds \quad (17)$$

$$\Delta r_F = -\int_F^N \frac{N \operatorname{sen}\phi}{E\Omega} ds + \int_F^N \frac{M\,X}{EI} ds - 3 \int_F^N \frac{T \cos\phi}{E\Omega} ds \quad (18)$$

Estas expressões são válidas para cargas actuando sobre um arco rìgidamente encastrado na nascença. Considerando a elasticidade das fundações e chamando:

α — a uma rotação da nascença para um momento unitário nesse ponto

α_2 — a um deslocamento radial devido a um momento unitário ou uma rotação devida a um esforço transverso unitário na nascença.

β — a um deslocamento tangencial na nascença devido a um esforço axial unitário nesse ponto

γ — a um deslocamento radial devido a um esforço transverso unitário na nascença

temos, fazendo a transmissão dos deslocamentos para o fecho, e sendo ϕ_N, X_N e Y_N as coordenadas da nascença em relação ao fecho.

$$\theta'_F = M_N \alpha + T_N \alpha_2 \qquad (19)$$

$$\Delta' r_F = (\alpha X_N + \alpha_2 \cos \phi_N) M_N - N_N \beta \operatorname{sen} \phi_N + (\gamma \cos \phi_N + \alpha_2 X_N) T_N \qquad (20$$

$$\Delta' S_F = -(\alpha Y_N + \alpha_2 \operatorname{sen} \phi_N) M_N - N_N \beta \cos \phi_N - (\gamma \operatorname{sen} \phi_N + \alpha_2 Y_N) T_N \qquad (21)$$

Se por outro lado entrarmos com uma variação de temperatura Δt e chamarmos C ao coeficiente de dilatação de betão, será:

$$\theta''_F = 0 \qquad (22)$$

$$\Delta'' r_F = \int_F^N C . \Delta t \operatorname{sen} \phi \, ds \qquad (23)$$

$$\Delta'' S_F = \int_F^N C . \Delta t \cos \phi \, ds \qquad (24)$$

As expressões totais dos deslocamentos serão:

$$\theta_F = \int_F^N \frac{M}{E I} ds + M_N \alpha + T_N \alpha_2 \qquad (25)$$

$$\Delta r_F = \int_F^N \frac{M X}{E I} ds - \int_F^N \frac{N}{E \Omega} \operatorname{sen} \phi \, ds + 3 \int_F^N \frac{N}{E \Omega} \cos \phi \, ds + (\alpha X_N + \alpha_2 \cos \phi_N) M_N - N_N \beta \operatorname{sen} \phi_N + (\gamma \cos \phi_N + \alpha_2 X_N) T_N + \int_F^N C \Delta t \operatorname{sen} \phi \, ds \qquad (26)$$

$$\Delta S_F = -\int_F^N \frac{M Y}{E I} ds - \int_F^N \frac{N}{E \Omega} \cos \phi \, ds - 3 \int_F^N \frac{T}{E \Omega} \operatorname{sen} \phi \, ds - (\alpha Y_N + \alpha_2 \operatorname{sen} \phi_N) M_N - N_N \beta \cos \phi_N - (\gamma \operatorname{sen} \phi_N + \alpha_2 Y_N) T_N + \int_F^N C \Delta t \cos \phi \, ds \qquad (27)$$

Se anularmos nas expressões (5), (6) e (7) os termos M_F, N_F e T_F, e substituirmos nas expressões (25), (26) e (27), teremos:

$$\theta_F = M_o \left[\int_F^N \frac{ds}{EI} + \alpha \right] + N_o \left[\int_F^N \frac{Y ds}{EI} + \alpha Y_N + \alpha_2 \operatorname{sen} \phi_N \right] + T_o \left[\int_F^N \frac{X ds}{EI} + \alpha X_N + \alpha_2 \cos \phi_N \right] - \left[\int_F^N \frac{M is}{EI} ds + {}_N M is \, \alpha + {}_N T is \, \alpha_2 \right] \qquad (28)$$

$$\Delta r_F = M_o \left[\int_F^N \frac{X ds}{EI} + \alpha X_N + \alpha_2 \cos \phi_N \right] + N_o \left[\int_F^N \frac{XY ds}{EI} - \int_F^N \frac{\operatorname{sen} \phi \cos \phi}{E \Omega} ds + 3 \int_F^N \frac{\operatorname{sen} \phi \cos \phi}{E \Omega} ds + \alpha X_N Y_N + \alpha_2 X_N \operatorname{sen} \phi_N - \beta \operatorname{sen} \phi_N \cos \phi_N + \gamma \operatorname{sen} \phi_N \cos \phi_N + \alpha_2 Y_N \cos \phi_N \right] + T_o \left[\int_F^N \frac{X^2 ds}{EI} + \int_F^N \frac{\operatorname{sen}^2 \phi \, ds}{E \Omega} + 3 \int_F^N \frac{\cos^2 \phi}{E \Omega} ds + \alpha X_N + 2 \alpha_2 X_N \cos \phi_N + \beta \operatorname{sen}^2 \phi_N + \gamma \cos^2 \phi_N \right] - \left[\int_F^N \frac{M is \, X \, ds}{EI} + \int_F^N \frac{N is \operatorname{sen} \phi}{E \Omega} ds + 3 \int_F^N \frac{T is \cos \phi}{E \Omega} ds - \right.$$

$$-\int_F^N c\,\Delta t \operatorname{sen}\phi\, ds + {}_N Mis\,(\alpha X_N + \alpha_2 \cos\phi_N) +$$

$$+ {}_N Nis\,\beta \operatorname{sen}\phi_N + {}_N Tis\,(\gamma \cos\phi_N + \alpha_2 X_N)\Big] \quad (29)$$

$$\Delta S_F = -M_0\left[\int_F^N \frac{Y ds}{EI} + \alpha Y_N + \alpha_2 \operatorname{sen}\phi_N\right] -$$

$$- N_0\left[\int_F^N \frac{Y^2}{EI} ds + \int_F^N \frac{\cos^2\phi}{E\Omega} ds + 3\int_F^N \frac{\operatorname{sen}^2\phi}{E\Omega} ds +\right.$$

$$\left. + \alpha Y^2_N + 2\alpha_2 Y_N \operatorname{sen}\phi_N + \beta \cos^2\phi_N + \gamma \operatorname{sen}^2\phi_N\right] -$$

$$- T_0\left[\int_F^N \frac{XY}{EI} ds - \int_F^N \frac{\operatorname{sen}\phi \cos\phi}{E\Omega} ds +\right.$$

$$+ 3\int_F^N \frac{\operatorname{sen}\phi \cos\phi}{E\Omega} ds + \alpha X_N Y_N + \alpha_2 Y_N \cos\phi_N -$$

$$\left. - \beta \operatorname{sen}\phi_N \cos\phi_N + \gamma \operatorname{sen}\phi_N \cos\phi_N + \alpha_2 X_N \operatorname{sen}\phi_N\right] +$$

$$+ \left[\int_F^N \frac{Mis\, Y}{EI} ds - \int_F^N \frac{Nis \cos\phi}{E\Omega} ds +\right.$$

$$+ 3\int_F^N \frac{Tis \operatorname{sen}\phi}{E\Omega} ds + {}_N Mis\,(\alpha Y_N + \alpha_2 \operatorname{sen}\phi_N) -$$

$$- {}_N Nis\,\beta \cos\phi_N + {}_N Tis\,(\gamma \operatorname{sen}\phi_N + \alpha_2 Y_N) +$$

$$\left. + \int_F^N c\,\Delta t \cos\phi\, ds\right] \quad (30)$$

Estas expressões podem escrever-se sob uma forma diferente simplificada:

$$\Theta_F = A_1 M_0 + B_1 N_0 + C_1 T_0 - D_1 \quad (31)$$

$$\Delta r_F = C_1 M_0 + B_2 N_0 + C_2 T_0 - D_2 \quad (32)$$

$$\Delta S_F = - B_1 M_0 - B_3 N_0 - B_2 T_0 + D_3 \quad (33)$$

Em que A_1, B_1, C_1, B_2, B_3 e C_2 substituem as expressões entre parênteses recto que só contêm elementos característicos do arco, sendo chamadas as constantes do arco, e D_1, D_2 e D_3 são os que dependem também das cargas, através dos esforços isostáticos actuando no sistema-base que é a consola curva. Por isso se chamam as constantes das cargas. Mais adiante falaremos do significado físico destas constantes. Resta-nos referir ainda que as incógnitas hiperestáticas são determinadas através das equações (31), (32) e (33), e outras análogas para a parte direita do arco, igualando os deslocamentos obtidos considerando o semi-arco esquerdo aos obtidos considerando o semi-arco direito. Obtemos assim um sistema de 3 equações para as incógnitas M_0, N_0 e T_0.

Para um arco simétrico, esse sistema resolvido em ordem às incógnitas hiperestáticas no fecho dá as expressões:

$$M_0 = \frac{1}{K}\,[D_1 B_3 - D_3 B_1] \quad (34)$$

$$N_0 = \frac{1}{K}\,[-D_1 B_1 + D_3 B_1] \quad (35)$$

$$T_0 = \frac{D_2}{C_2}$$

$$\text{sendo } K = A_1 B_3 - B_1^2 \quad (36)$$

e em que

$$A_1 = {}_eA_1 + {}_dA_1$$
$$B_1 = {}_eB_1 + {}_dB_1$$
$$B_3 = {}_eB_1 + {}_dB_1$$
$$D_1 = {}_eD_1 + {}_dD_1$$
$$D_2 = {}_eD_2 - {}_dD_2$$
$$D_3 = {}_eD_3 - {}_dD_3$$

O índice *e* à esquerda é para indicar a parte esquerda do arco e o índice *d* à esquerda para indicar a parte direita, olhando para montante. No caso da carga ser também simétrica, ${}_eD_2 = {}_dD_2$, $D_2 = 0$ e portanto $T_0 = 0$.

Este cálculo foi conduzido de forma a igualar os deslocamentos do fecho devidos à parte esquerda com os deslocamentos devidos à parte direita do arco. No entanto, não há nada em qualquer das expressões que usamos que não possa referir-se a uma secção qualquer. Nem sequer, partimos da hipótese do arco ser simétrico, a não ser nas expressões (34) a (36) por questão de simplicidade. As expressões dos deslocamentos no fecho não estão baseadas na hipótese da simetria. Isto quer dizer que elas são válidas para qualquer secção, desde que substituamos os valores M_0, N_0 e T_0 pelos valores M, N e T dessa secção. Estes valores são dados pelas expressões:

$$M = M_0 + N_0\, Y_{S-F} + T_0\, X_{S-F} - {}_S M_{is} \quad (37)$$

$$N = N_0 \cos \phi_{S-F} - T_0 \operatorname{sen} \phi_{S-F} + s \, Nis \quad (38)$$

$$T = N_0 \operatorname{sen} \phi_{S-F} + T_0 \cos \phi_{S-F} - s \, Tis \quad (39)$$

O problema reduz-se, portanto, a calcular as incógnitas hiperestáticas no fecho, entrar com elas nas expressões (37) a (39) e substituir os valores de M, N e T nas expressões dos deslocamentos. Os valores das constantes do arco e das cargas serão calculados para cada uma das secções em que se pretende obter os deslocamentos.

Pelo que dissemos acima, vemos que todo o cálculo das incógnitas hiperestáticas e dos deslocamentos para as cargas unitárias se baseia nas constantes dos arcos e nas constantes das cargas para as secções a estudar, incluindo o fecho do arco.

c) *Análise das consolas*

Não descrevemos aqui o modo de calcular os deslocamentos e esforços nas consolas, visto não haver qualquer dificuldade, por se tratar dum elemento isostático. Notamos apenas que actualmente se consideram as consolas de faces radiais, não paralelas, o que influi no modo de calcular os momentos de inércia, as secções e a posição dos centros de gravidade a cada cota.

Observamos ainda que o peso próprio da abóbada é atribuído totalmente às consolas, devido ao método de construção por blocos verticais, e ao facto de se injectarem as juntas só depois de actuar o peso próprio. Notamos finalmente que esta hipótese não é inteiramente admissível em barragens de paramentos curvos num plano vertical radial, pois os blocos podem apoiar uns nos outros antes de estar concluída a betonagem (*Rocha e Serafim, Revista «Electricidade» — Janeiro–Março de 1957*).

2 — Constantes dos arcos e das cargas para arcos circulares

a) *Arcos de um só centro*

Se compararmos as expressões (31) a (33) com as expressões (28) a (30), observamos que as constantes dos arcos são expressões que àparte o módulo de elasticidade, suposto constante, e a parte devida à elasticidade das fundações, dependem apenas das características geométricas do arco. Quanto às constantes das cargas, dependem dessas características geométricas e dos momentos e esforços axial e transverso isostáticos devidos às cargas, supondo o sistema reduzido à consola curva encastrada na nascença e cortada na secção em estudo.

Começamos por abstrair das parcelas devidas à deformação das fundações, que são tratadas separadamente e depois acrescentadas às constantes dos arcos e das cargas.

Para arcos circulares de um só centro e de espessura uniforme, podem tirar-se para fora dos integrais a área, o momento de inércia e módulo de elasticidade. Então ficamos com expressões que são produtos ou soma de produtos de um factor constante por um integral:

O livro «*Trial load method of analyzing arch dams*» tem esses integrais resolvidos em tabelas para diversas aberturas, o que traduz uma grande comodidade no cálculo. No caso da espessura ser variável, podem ainda utilizar-se essas tabelas pela consideração de aduelas de espessura suposta uniforme.

b) *Arcos de mais de um centro*

A experiência de cálculo de barragens tem demonstrado que se consegue uma melhor distribuição das tensões se se utilizam arcos de mais de um centro, normalmente de 3 centros, com uma zona central de espessura uniforme e menor raio, e duas zonas de encontro, de raio maior e espessura variável, de modo a conseguir-se a tangência com a zona central no ponto de intersecção.

Para estes arcos não se podem aplicar as tabelas directamente. No entanto o livro a que nos referiamos expõe um método que permite o seu uso indirecto, considerando independentemente a zona central e a zona de encontro e utilizando depois umas expressões que traduzem a integração da zona central na de encontro. Esse livro não faz a dedução dessas fórmulas.

O objecto deste capítulo é precisamente essa dedução, em que demonstraremos que existe um erro, numa dessas expressões.

Comecemos por ver o significado físico dessas constantes, que é evidente pela análise das expressões dos deslocamentos:

A_1 — Deslocamento angular devido a um momento unitário no ponto considerado.

B_1 — Deslocamento angular devido a um esforço

axial unitário no ponto considerado, ou deslocamento tangencial devido a um momento unitário nesse ponto.

C_1 — Deslocamento angular devido a um esforço transverso unitário ou deslocamento radial devido a um momento unitário no ponto considerado.

B_2 — Deslocamento radial devido a um esforço axial unitário no ponto, ou deslocamento tangencial devido a um esforço transverso unitário.

B_3 — Deslocamento tangencial devido a um esforço axial unitário no ponto considerado.

C_2 — Deslocamento radial devido a um esforço transverso unitário no ponto considerado.

D_1 — Deslocamento angular no ponto, devido às cargas à esquerda.

D_2 — Deslocamento radial no ponto, devido às cargas à esquerda.

D_3 — Deslocamento tangencial no ponto, devido às cargas à esquerda.

As constantes dos arcos são, portanto, deslocamentos — angulares, radiais ou tangenciais — no ponto considerado, devido a esforços unitários — Momentos esforços axiais e esforços transversos — nesse ponto, e as constantes das cargas os mesmos deslocamentos, mas devidos às cargas à esquerda do ponto considerado.

Qualquer deslocamento num ponto da zona central, será igual ao deslocamento dessa zona suposta rìgidamente encastrada na intersecção com a zona de encontro, mais a transmissão dos deslocamentos no ponto de intersecção para esse ponto da zona central. Notamos que todo este cálculo das constantes é feito no sistema base: consola curva simplesmente encastrada na fundação e cuja extremidade livre é o ponto em que pretende obter as constantes. Vimos que as constantes dos arcos são deslocamentos devidos a esforços unitários aplicados no ponto. Consideremos o esquema da figura 3 em que aplicamos um momento flector M, um esforço axial N e um esforço transverso T com os sinais positivos indicados.

Às constantes no ponto L de separação das duas zonas, considerando o troço N-L como independente, chamamos A'_1, B'_1, etc., e às constantes no ponto P considerando o troço L-P como independente, chamamos A''_1, B''_1, etc.

Os esforços que aparecem em L, devidos à aplicação de M, N e T em P serão:

$$M' = M + N.Y + T.X \quad (40)$$

$$N' = N \cos \phi - T \operatorname{sen} \phi \quad (41)$$

$$T' = T \cos \phi + N \operatorname{sen} \phi \quad (42)$$

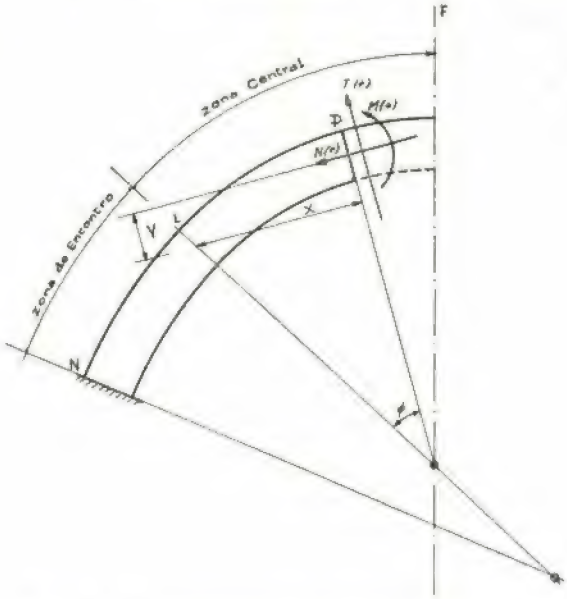


Fig. 3 — Semi-arco considerado no cálculo das constantes do arco na secção P da zona central

Os deslocamentos em L devidos a estes esforços serão os do quadro I.

Deslocamento angular θ_L	$A'_1 (M + NY + TX) + B'_1 (N \cos \phi - T \operatorname{sen} \phi) + C'_1 (T \cos \phi + N \operatorname{sen} \phi)$
Deslocamento radial Δr_L	$C'_1 (M + NY + TX) + B'_2 (N \cos \phi - T \operatorname{sen} \phi + C'_2 (T \cos \phi + N \operatorname{sen} \phi)$
Deslocamento tangencial ΔS_L	$B'_1 (M + NY + TX) + B'_3 (N \cos \phi - T \operatorname{sen} \phi) + B'_2 (T \cos \phi + N \operatorname{sen} \phi)$

QUADRO I

Deslocamentos em L

A transmissão destes deslocamentos para o ponto P, será feita por expressões fáceis de deduzir:

$$\theta_p = \theta_L \quad (43)$$

$$\Delta r_p = \theta_L X + \Delta r_L \cos \phi - \Delta S_L \operatorname{sen} \phi \quad (44)$$

$$\Delta S_p = \theta_L Y + \Delta r_L \operatorname{sen} \phi + \Delta S_L \cos \phi \quad (45)$$

Por questão de simplicidade, vamos fazer essa transmissão primeiro só para os deslocamentos devidos ao momento flector, depois para os devidos ao esforço axial e finalmente para os devidos ao esforço transverso em quadros separados, somando-os à transmissão dos deslocamentos devidos apenas ao troço L—P que tenham o mesmo factor. Os quadros são os n.os II, III e IV.

Considerando o significado das constantes do arco num ponto, é óbvio que o valor dessas constantes é dado por cada um dos deslocamentos finais no ponto P, igualando M, N e T à unidade. Assim, sabemos que a constante A_1 é o deslocamento angular no ponto para um momento unitário: vamos ao quadro II, que corresponde aos deslocamentos devidos ao momento flector, e tiramos a expressão do deslocamento angular para M = 1. Será então:

$$A_1^P = A_1' + A_1'' \qquad (46)$$

Do mesmo quadro tiramos também

$$B_1^P = A_1' Y + B_1' \cos \phi + C_1' \operatorname{sen} \phi + B_1'' \qquad (47)$$

$$C_1^P = A_1' X - B_1' \operatorname{sen} \phi + C_1' \cos \phi + C_1'' \qquad (48)$$

Do quadro III, tiramos outra vez C_1^P com a expressão anterior, e mais duas constantes:

$$B_2^P = (A_1' Y + B_1' \cos \phi + C_1' \operatorname{sen} \phi) X + (C_1' \cos \phi - B_1' \operatorname{sen} \phi) Y + B_2' (\cos^2 \phi - \operatorname{sen}^2 \phi) + (C_2' - B_3') \operatorname{sen} \phi \cos \phi + B_2'' \qquad (49)$$

$$C_2^P = (A_1' X - 2 B_1' \operatorname{sen} \phi + 2 C_1' \cos \phi) X - 2 B_2' \operatorname{sen} \phi \cos \phi + B_3' \operatorname{sen}^2 \phi + C_2' \cos^2 \phi + C_2'' \qquad (50)$$

Finalmente, do quadro IV, tiramos outra vez as constantes B_1^P e B_2^P com as mesmas expressões obtidas, e a constante:

$$B_3^P = (A_1' Y + 2 B_1' \cos \phi + 2 C_1' \operatorname{sen} \phi) Y + 2 B_2' \operatorname{sen} \phi \cos \phi + B_3' \cos^2 \phi + C_2' \operatorname{sen}^2 \phi + B_3'' \qquad (51)$$

São estas de facto as expressões dadas pela publicação a que nos referimos, exceptuando a constante C_2^P que nesse livro tem a expressão:

$$C_2^P = (A_1' X - 2 B_1' \operatorname{sen} \phi + 2 C_1' \cos \phi) X - \underline{2 B_1' \operatorname{sen} \phi \cos \phi} + B_3' \operatorname{sen}^2 \phi + C_2' \cos^2 \phi + C_2''$$

Sublinhamos a parcela errada: $2 B_1' \operatorname{sen} \phi \cos \phi$ em ve de $2 B_2' \operatorname{sen} \phi \cos \phi$ como deveria ser.

Deslocamentos	Devidos à transmissão dos valores em L		Devidos ao troço L—P	Totais
Angulares	θ_L	$M A_1'$	$M A_1''$	$M (A_1' + A_1'')$
Radiais	$\theta_L X$	$M A_1' X$	$M C_1''$	$M (A_1' X - B_1' \operatorname{sen} \phi + C_1' \cos \phi + C_1'')$
	$\Delta r_L \cos \phi$	$M C_1' \cos \phi$		
	$-\Delta S_L \operatorname{sen} \phi$	$-M B_1' \operatorname{sen} \theta$		
Tangenciais	$\theta_L Y$	$M A_1' Y$	$M B_1''$	$M (A_1' Y + B_1' \cos \phi + C_1' \operatorname{sen} \phi + B_1'')$
	$\Delta r_L \operatorname{sen} \phi$	$M C_1' \operatorname{sen} \phi$		
	$\Delta S_L \cos \phi$	$M B_1' \cos \phi$		

QUADRO II

Deslocamentos em P devidos ao momento flector

Tenha em consideração a SEGURANÇA e as PERDAS!

Soprel

SCHRÉDER

Senhor Engenheiro:

Ao estabelecer os seus projectos, não esqueça que a indústria nacional fabrica

CORTA-CIRCUITOS FUSÍVEIS DE ALTO PODER DE CORTE

que são o tipo de fusíveis hoje preferido para protecção de instalações contra sobrecargas e curto-circuitos.

CAPACIDADE DE CORTE: 55000 A sob 550 V C. A.
INTENSIDADE NOMINAL: 63, 100, 200, 350, 600 e 1000 A

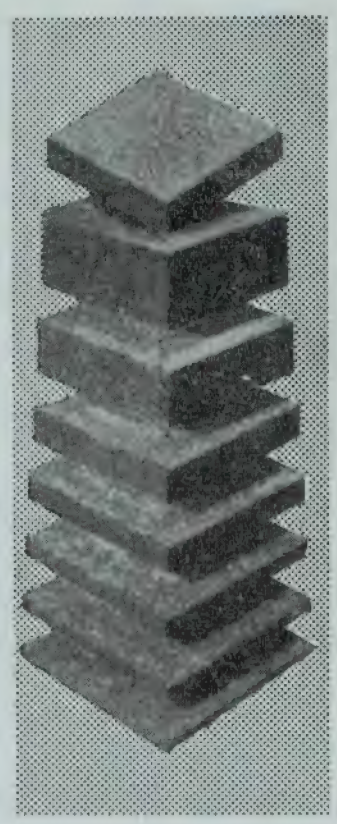
CARTUCHOS INEXPLOSÍVEIS, RECARREGÁVEIS PELOS UTILIZADORES
PERDAS REDUZIDAS. GRANDE ECONOMIA DE CONSUMO
MAIS EFICIENTES, MAS NÃO MAIS DISPENDIOSOS

SOPREL • SOCIEDADE DE OBRAS E PROJECTOS DE ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES GERAIS

INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS-INEL

Sede em Lisboa: Rua Rodrigo da Fonseca, 76, 4.º
Telef. PPC 730161 (7 linhas) — Teleg. INELA — LISBOA
Delegação no Porto: Rua de Santa Catarina, 470
Telef. 28841, 28842 e 28843—Teleg. INELAPO-PORTO



AGLOMERADOS NEGROS DE CORTIÇA PARA ISOLAMENTOS

O isolante ideal do frio e calor, que reune as seguintes características:

BAIXO coeficiente de condutibilidade térmica.
ELEVADA resistência mecânica.
ESTRUTURA estável.
FACILIDADE de aplicação.
COMPORTAMENTO elástico a elevadas pressões.

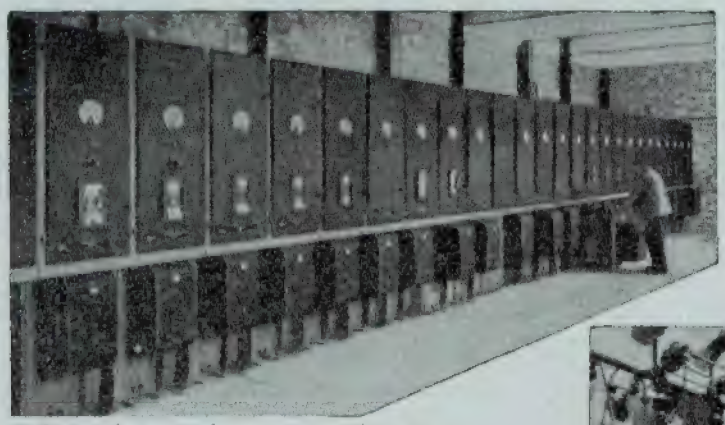
Fábricas associadas da ISOLA:

MUNDET & C.ª, Lda. — Soc. Corticeira ROBINSON Bros, Lda. — INFAL, Indústria de Fabricação de Aglomerados, Lda. — SOPAC Soc. Portuguesa de Aglomerados de Cortiça, Lda. — SOCORQUEX, Lda. — CORÇA, Fábrica de Aglomerados de Cortiça, Lda.

AGENTES EM TODO O PAÍS

Soc. Comercial de Isolamentos de Cortiça, Lda.

Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Telef. 4 7824 — Teleg. ISOLA — LISBOA



A figura da esquerda mostra um dos 4 painéis do equipamento auxiliar da Central Geradora de Rye House, B. E. A. Eastern Division, compreendendo um total de cento e catorze disjuntores em banho de óleo, de contactos verticais tipo QF, 150 MVA, 3,3 kV;

B T-H

APARELHAGEM DE CORTE

A figura da direita mostra: Parte da instalação exterior com barramento duplo de 33-KV, 1.000 MVA, da central acima, contendo disjuntores em banho de óleo do tipo JB.

THE **BRITISH THOMSON-HOUSTON** CO. LTD · WILLESDEN · ENGLAND
Member of the AEI group of companies

REPRESENTANTES GERAIS

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA

RUA DO NORTE, 5 – LISBOA • RUA SÁ DA BANDEIRA, 585 – PORTO

4 4628

Deslocamentos	Devidos à transmissão dos valores em L		Devidos ao troço L — P	Totais
Angulares	θ_L	$T(A'_1 X - B'_1 \text{ sen } \phi + C'_1 \cos \phi)$	$T C''_1$	$T(A'_1 X - B'_1 \text{ sen } \phi + C'_1 \cos \phi + C''_1)$
Radiais	$\theta_L X$	$T(A'_1 X - B'_1 \text{ sen } \phi + C'_1 \cos \phi) X$	$T C''_2$	$T[(A'_1 X - 2 B'_1 \text{ sen } \phi + 2 C'_1 \cos \phi) X -$
	$\Delta r_L \cos \phi$	$T(C'_1 X - B'_2 \text{ sen } \phi + C'_2 \cos \phi) \cos \phi$		$- 2 B'_2 \text{ sen } \phi \cos \phi + B'_3 \text{ sen}^2 \phi +$
	$-\Delta s_L \text{ sen } \phi$	$-T(B'_1 X - B'_3 \text{ sen } \phi + B'_2 \cos \phi) \text{ sen } \phi$		$+ C'_2 \cos^2 \phi + C''_2]$
Tangenciais	$\theta_L Y$	$T(A'_1 X - B'_1 \text{ sen } \phi + C'_1 \cos \phi) Y$	$T B''_2$	$T[(A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi) X +$
	$\Delta r_L \text{ sen } \phi$	$T(C'_1 X - B'_2 \text{ sen } \phi + C'_2 \cos \phi) \text{ sen } \phi$		$+ (C'_1 \cos \phi - B'_1 \text{ sen } \phi) Y +$
	$\Delta s_L \cos \phi$	$T(B'_1 X - B_3 \text{ sen } \phi + B'_2 \cos \phi) \cos \phi$		$+ B'_2 (\cos^2 \phi - \text{sen}^2 \phi) +$
				$+ (C'_2 - B'_3) \text{ sen } \phi \cos \phi + B''_2]$

QUADRO III

Deslocamentos em P devidos ao esforço transverso

Deslocamentos	Devidos à transmissão dos valores em L		Devidos ao troço L — P	Totais
Angulares	θ_L	$N (A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi)$	$N B''_1$	$N (A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi + B''_1)$
Radiais	$\theta_L X$	$N (A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi) X$	$N B'_2$	$N [(A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi) X +$
	$\Delta r_L \cos \phi$	$N (C_1 Y + B'_2 \cos \phi + C_2 \text{ sen } \phi) \cos \phi$		$+ (C'_1 \cos \phi - B'_1 \text{ sen } \phi) Y +$
	$-\Delta S_L \text{ sen } \phi$	$-N (B'_1 Y + B'_3 \cos \phi + B'_2 \text{ sen } \phi) \text{ sen } \phi$		$+ B'_2 (\cos^2 \phi - \text{sen}^2 \phi) +$
				$+ (C'_2 - B'_3) \text{ sen } \phi \cos \phi + B''_2$
Tangenciais	$\theta_L Y$	$N (A'_1 Y + B'_1 \cos \phi + C'_1 \text{ sen } \phi) Y$	$N B''_3$	$N [(A'_1 Y + 2 B'_1 \cos \phi + 2 C'_1 \text{ sen } \phi) Y +$
	$\Delta r_L \text{ sen } \phi$	$N (C'_1 Y + B'_2 \cos \phi + C'_2 \text{ sen } \phi) \text{ sen } \phi$		$+ 2 B'_2 \text{ sen } \phi \cos \phi +$
	$\Delta S_L \cos \phi$	$N (B'_1 Y + B'_3 \cos \phi + B'_2 \text{ sen } \phi) \cos \phi$		$+ B'_3 \cos^2 \phi + C'_2 \text{ sen}^2 \phi + B''_3]$

QUADRO IV

Deslocamentos em P devidos ao esforço normal

Este erro foi reproduzido num tratado de cálculo de barragens editado pela mesma entidade nos Estados Unidos *(Treatise on Dams)*.

Fizemos esta dedução no decurso do cálculo duma barragem, ao notar certas anomalias nas deformações dos arcos em que se tinham utilizado as expressões mencionadas. Essas anomalias desapareceram quando se utilizou a fórmula já corrigida.

É de notar que este erro não é apreciável quando se utiliza o método «Trial load» clássico. A sua influência, no entanto, foi muito mais pronunciada num método de cálculo que se tem estado a estudar, utilizando um tipo de cargas diferentes, com vista à obtenção do ajustamento radial por via analítica.

Quanto às constantes das cargas num ponto P da zona central, elas são iguais ao valor do D' devido à carga em L—P supondo o troço L—P encastrado em L e livre em P, mais a transmissão de L para F dos valores D' em L devidos ao troço N—L e à carga em N—L, mais ainda a transmisão de L para P dos deslocamentos em L devidos à carga em L—P (deslocamentos devidos ao momento e esforços normal e transverso em L, devido à carga no troço L—P).

A dedução destas expressões segue a mesma linha que a dedução anterior. Damos apenas as expressões finais, que são as mesmas da publicação que temos vindo a citar:

$$D_1^P = A_1' {}_L M_{is} - B_1' {}_L N_{is} + C_1' {}_L T_{is} + D_1' + D_1'' \quad (52)$$

$$\begin{aligned} D_2^P = {} & (A_1' X - B_1' \operatorname{sen} \phi + C_1' \cos \phi) {}_L M_{is} - \\ & - (B_1' X - B_3' \operatorname{sen} \phi + B_2' \cos \phi) {}_L N_{is} + \\ & + (C_1' X - B_2' \operatorname{sen} \phi + C_2' \cos \phi) {}_L T_{is} + \\ & + (D_1' X + D_2' \cos \phi - D_3' \operatorname{sen} \phi) + D_2'' \end{aligned} \quad (53)$$

$$\begin{aligned} D_3^P = {} & (A_1' Y + B_1' \cos \phi + C_1' \operatorname{sen} \phi) {}_L M_{is} - \\ & - (B_1' Y + B_3' \cos \phi + B_2' \operatorname{sen} \phi) {}_L N_{is} + \\ & + (C_1' Y + B_2' \cos \phi + C_2' \operatorname{sen} \phi) {}_L T_{is} + \\ & + (D_1' Y + D_2' \operatorname{sen} \phi + D_3' \cos \phi) + D_3'' \end{aligned} \quad (54)$$

3 — Influência do soco da barragem nos deslocamentos dos arcos e consolas

a) *Coeficientes de deformação das fundações*

Dum modo geral, muitas barragens portuguesas são do tipo abóbada delgada, e para evitar grandes cargas concentradas sobre a rocha de fundação, tem-se utilizado um soco para uma distribuição mais favorável dessas cargas.

Esse soco tem ainda outra vantagem: permite em muitos casos dar uma forma simétrica à abóbada, o que seria difícil a partir do perfil das escavações.

Devido à grande espessura do soco, tem-se admitido em muitos casos que ele não se deforma como parte da estrutura, mas sim como parte da rocha de fundação, isto é, como um sólido infinito.

Esta consideração, levada ao cálculo traduz-se numa menor deformabilidade da abóbada do que a que realmente tem. Ela leva à obtenção de tensões elevadas na inserção da abóbada no soco.

Em certos casos, obstava-se a este inconveniente considerando um módulo de elasticidade da rocha de fundação (neste caso assimilada ao soco) muito inferior ao real.

Tivemos ocasião de estudar este problema, em vista dos resultados do cálculo em ante-projecto de uma barragem a construir no Brasil, e chegámos à dedução de umas expressões para se entrar em conta com a deformação do soco. Esta dedução é o objecto deste capítulo.

Inserimo-la aqui, por ela ser análoga à dedução que fizemos para as constantes dos arcos num ponto da zona central em arcos de 3 centros.

Já mencionámos no estudo da deformação do arco, o significado das constantes de deformação das fundações. É óbvio o seu paralelismo com as constantes dos arcos. Trata-se de deslocamentos para esforços unitários aplicados na fundação.

Resta-nos dar uma ideia sumária do modo como são obtidas.

Desenha-se primeiro a superfície total planificada da fundação da abóbada (no caso de se assimilar o soco à rocha de fundação, será a superfície de inserção da abóbada no soco). Desenha-se depois o rectângulo equivalente, de área igual à superfície de fundação e com dimensões da mesma ordem de grandeza, como se pode ver na figura 4.

Chamando b ao lado maior e a ao menor do rectângulo equivalente, existem umas expressões que dão uns coeficientes função da espessura no ponto considerado, da relação $\frac{b}{a}$, do módulo de elasticidade, e do coeficiente de Poisson da rocha de fundação. Estes coeficientes são os coeficientes de deformação das fundações mas relativos a

deformações no plano tangente à superfície de fundação nesse ponto, ou num plano radial normal a essa superfície.

O livro «*Trial load method of analyzing arch dams*», tem ábacos para a determinação desses coeficientes, para diversos valores do coeficiente de Poisson, e da relação $\frac{b}{a}$. Mas esses ábacos foram traçados para as barragens americanas, em que a relação $\frac{b}{a}$ é relativamente pequena. Para as nossas barragens, se os quizessemos utilizar, teriamos de fazer interpolações bastante duvidosas.

mesmo método do capítulo precedente. Separamos a parte relativa à deformação elástica do soco da parte relativa à transmissão dos deslocamentos da fundação para a cabeça do soco.

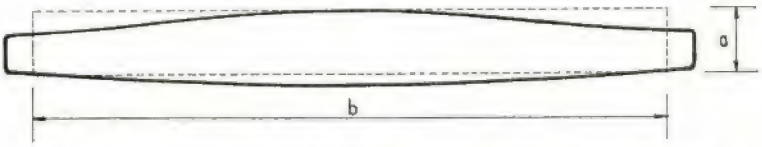


Fig. 4 — Superfície da fundação e rectângulo equivalente

Comecemos por estudar a deformação do soco e consideremos o esquema da figura 5.

Chamamos: α, β, γ, α_2, δ, e λ aos coeficientes de deformação totais na secção C da cabeça do soco.

α', β', γ', α'_2 aos coeficientes de deformação na secção N de fundação.

α'', β'', γ'', α''_2, δ'' e λ'' aos coeficientes de deformação na secção da cabeça do soco, devidos só à elasticidade deste.

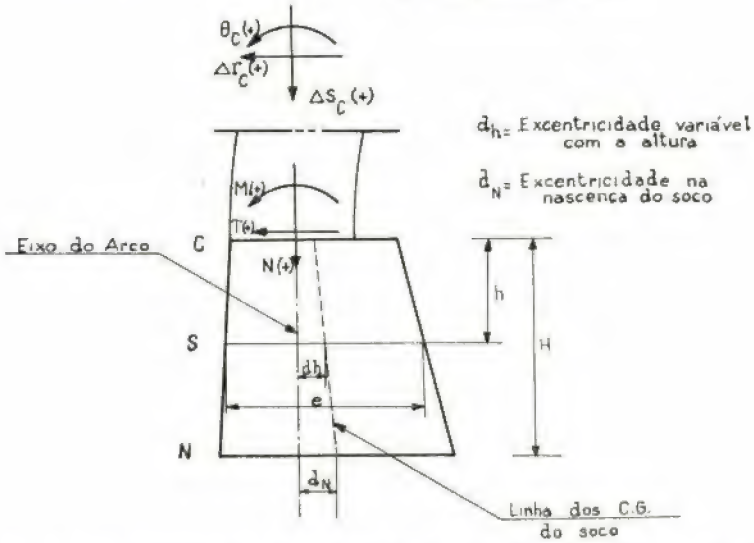


Fig. 5 — Características geométricas do soco e convenções de sinais

Os coeficientes de deformação para os arcos e consolas, são calculados fazendo a composição dos coeficientes anteriores para o plano axial do arco ou consola respectivo. Chega-se assim a expressões um pouco complexas, mas que se simplificam muito para os casos particulares, desprezando-se parcelas que têm importância muito secundária.

b) *Coeficicientes de deformação à cabeça do soco*

Para obtermos os coeficientes de deformação na inserção da abóbada no soco, utilizaremos o

Consideramos ainda que a secção de fundação é paralela à secção de cabeça do soco.

O significado dos dois coeficientes adicionais, δ e λ é:

δ = Deslocamento angular devido a um esforço axial unitário aplicado no ponto, ou deslocamento tangencial devido a um momento flector unitário aplicado no ponto.

λ = Deslocamento radial devido a um esforço axial unitário aplicado no ponto, ou deslocamento tangencial devido a um esforço transverso unitário aplicado no ponto.

Estes coeficientes são devidos à excentricidade d_h do esforço axial em relação às diversas secções do soco. Não aparecem na secção de fundação (da rocha) pois essa secção é considerada infinita não tendo, portanto, um centro de gravidade em relação ao qual possa existir uma excentricidade. Correspondem às constantes do arco B_1 e B_2 respectivamente.

Apliquemos os esforços M_C, N_C e T_C com os sinais positivos indicados na fig. 5, à cabeça do soco, no centro de gravidade da secção da abóbada.

Consideremos a equação (4) de deformação, integrada da secção C à secção N. M, N e T são o momento, o esforço axial e o esforço transverso numa secção qualquer. Será então:

$$M = M_C + T_C h + N_C d_h \tag{55}$$

$$N = N_C \tag{56}$$

$$T = T_C \tag{57}$$

Derivando em ordem a M_C, para obter o deslocamento angular, obtemos:

$$\frac{\partial M}{\partial M_C} = 1 \tag{58}$$

$$\frac{\partial N}{\partial M_C} = \frac{\partial T}{\partial M_C} = 0 \tag{59}$$

Para obter o deslocamento tangencial derivamos em ordem a N_C

$$\frac{\partial M}{\partial N_C} = d_h \tag{60}$$

$$\frac{\partial N}{\partial N_C} = 1 \tag{61}$$

$$\frac{\partial T}{\partial N_C} = 0 \tag{62}$$

Finalmente derivamos em ordem a T_C para obtermos o deslocamento radial:

$$\frac{\partial M}{\partial T_C} = h \tag{63}$$

$$\frac{\partial N}{\partial T_C} = 0 \tag{64}$$

$$\frac{\partial T}{\partial T_C} = 1 \tag{65}$$

Substituindo de cada vez na expressão (4), temos:

$$\theta_c = \int_0^H \frac{M_c}{EI} dh + \int_0^H \frac{T_c h}{EI} dh + \int_0^H \frac{N_c d_h}{EI} dh \tag{66}$$

$$\Delta r_c = \int_0^H \frac{M_c h}{EI} dh + \int_0^H \frac{T_c h^2}{EI} dh + \int_0^H \frac{N_c . h . d_h}{EI} dh + 3\int_0^H \frac{T_c}{E\Omega} dh \tag{67}$$

$$\Delta s_c = \int_0^H \frac{N_c}{E\Omega} dh + \int_0^H \frac{M_c d_h}{EI} dh + \int_0^H \frac{T_c . h . d_h}{EI} dh + \int_0^H \frac{N_c d_h^2}{EI} dh \tag{68}$$

A partir destas expressões, podem tirar-se, como é obvio, expressões de α'', β'', etc., fazendo M_C, N_C ou $T_C = 1$ de cada vez:

$$\alpha'' = \int_0^N \frac{1}{EI} dh \tag{69}$$

$$\beta'' = \int_0^N \frac{1}{E\Omega} dh + \int_0^H \frac{d_h^2}{EI} dh \tag{70}$$

$$\gamma'' = \int_0^H \frac{h^2}{EI} dh + 3\int_0^H \frac{1}{E\Omega} dh \tag{71}$$

$$\alpha_2'' = \int_0^H \frac{h}{EI} dh \tag{72}$$

$$\delta'' = + \int_0^H \frac{d_h}{EI} dh \tag{73}$$

$$\lambda'' = + \int_0^H \frac{h\, d_h}{EI} dh \tag{74}$$

Em muitos casos, é aproximação suficiente considerar o soco como sendo de espessura

constante. No caso do soco não interessa uma grande aproximação, sobretudo em ante-projecto e mesmo em projecto definitivo, pois é impossível prever de antemão a cota exacta de escavação e é esta que determina a altura do soco.

Para um soco de espessura constante na direcção radial, e de espessura unitária na direcção transversal, estas expressões transformam-se nestas outras, tomando também a excentricidade média d em vez da excentricidade variável d_h.

$$\alpha'' = \frac{1}{E} \times \frac{12\,H}{e^3} \tag{75}$$

$$\beta'' = \frac{1}{E}\left(\frac{H}{e} + \frac{12\,d^2\,H}{e^3}\right) = \frac{H}{e\,E} + \alpha''\,.\,d^2 \tag{76}$$

$$\gamma'' = \frac{1}{E}\left(\frac{4\,H^3}{e^3} + \frac{3\,H}{e}\right) \tag{77}$$

$$\alpha_2'' = \frac{1}{E} \times \frac{6\,H^2}{e^3} \tag{78}$$

$$\delta'' = \frac{1}{E} \times \frac{12\,H\,d}{e^3} = \alpha'' \times d \tag{79}$$

$$\lambda'' = \frac{1}{E} \times \frac{6\,H^2\,d}{e^3} = \alpha_2'' \times d \tag{80}$$

Para uma maior aproximação, em vez de tomar valores médios da espessura e e da excentricidade d_h, podem tomar-se em cada caso, valores médios de $\frac{1}{e}$, $\frac{1}{e^3}$, d_h e d_h^2.

Poderá fazer-se isso, por exemplo, para o arco do coroamento, em que as proporções do encontro já justificam uma aproximação maior.

Vamos agora proceder à transmissão dos esforços para a secção de fundação, à transmissão dos deslocamentos desta secção para a secção da cabeça do soco, e à computação dos deslocamentos totais nesta última secção utilizando quadros semelhantes aos usados para as constantes dos arcos.

Os esforços em N serão:

$$M_N = M_C + T_C H + N_C\,d_N \tag{81}$$
$$N_N = N_C \tag{82}$$
$$T_N = T_C \tag{83}$$

e os deslocamentos em N são os do quadro V.

Os termos nulos são os correspondentes a δ e λ, nulos na secção de fundação.

As expressões que traduzem a transmissão destes deslocamentos para o ponto C, serão:

$$\theta_C = \theta_N \tag{84}$$
$$\Delta r_C = \theta_N\,H + \Delta r_N \tag{85}$$
$$\Delta s_C = \theta_N\,d_N + \Delta s_N \tag{86}$$

Como agora as expressões são mais simples, resumimos os deslocamentos devidos a todos os esforços num único quadro, o quadro VI.

As expressões gerais dos coeficientes de deformação totais em C serão pois:

$$\alpha = \alpha' + \int_0^H \frac{1}{E\,I}\,dh \tag{87}$$

$$\beta = \alpha'\,d_N^2 + \beta' + \int_0^H \frac{1}{E\,\Omega}\,dh + \int_0^H \frac{d_h^2}{E\,I}\,dh \tag{88}$$

$$\gamma = \alpha'\,H^2 + 2\,\alpha_2'\,H + \gamma' + \int_0^H \frac{h^2}{E\,I}\,dh + 3\int_0^H \frac{1}{E\,\Omega}\,dh \tag{89}$$

$$\alpha_2 = \alpha'\,H + \alpha_2' + \int_0^H \frac{h}{E\,I}\,dh \tag{90}$$

$$\delta = \alpha'\,d_N + \int_0^H \frac{d_h}{E\,I}\,dh \tag{91}$$

$$\lambda = \alpha'\,d_N\,H + \alpha_2'\,d_N + \int_0^H \frac{h\,d_h}{E\,I}\,dh \tag{92}$$

Deslocamento angular θ_N	$\alpha'\,(M_C + T_C H + N_C\,d_N) +$ $+ 0 +$ $+ \alpha_2'\,T_C$
Deslocamento radial Δr_N	$\alpha_2'\,(M_C + T_C H + N_C\,d_N) +$ $+ 0 +$ $+ \gamma'\,T_C$
Deslocamento tangencial ΔS_N	$0 +$ $+ \beta'\,N_C +$ $+ 0$

QUADRO V

Deslocamentos em N

Deslocamentos	Devidos à transmissão dos valores em N		Devidos à elasticidade do soco	Totais
Angulares	θ_N	$M_C \alpha' + N_C \alpha' d_N + T_C (\alpha' H + \alpha'_2)$	$M_C \alpha'' + N_C \delta'' + T_C \alpha''_2$	$M_C (\alpha' + \alpha'') + N_C (\alpha' d_N + \delta'') + T_C (\alpha' H + \alpha'_2 + \alpha''_2)$
Radiais	$\theta_N H$	$M_C \alpha' H + N_C \alpha' d_N H + T (\alpha' H^2 + \alpha'_2 H)$	$M_C \alpha''_2 + N_C \lambda'' + T_C \gamma''$	$M (\alpha' H + \alpha'_2 + \alpha''_2) + N_C (\alpha' d_N H + \alpha'_2 d_N + \lambda') + T_C (\alpha' H^2 + 2 \alpha'_2 H + \gamma' + \gamma'')$
	Δr_N	$M_C \alpha'_2 + N_C \alpha'_2 d_N + T_C (\alpha'_2 H + \gamma')$		
Tangenciais	$\theta_N d_N$	$M_C \alpha' d_N + N_C \alpha' d_N^2 + T_C (\alpha' H d_N + \alpha'_2 d_N)$	$M_C \delta'' + N_C \beta'' + T_C \lambda''$	$M_C (\alpha' d_N + \delta'') + N_C (\alpha' d_N^2 + \beta' + \beta'') + T_C (\alpha' d_N H + \alpha'_2 d_N + \lambda'')$
	ΔS_N	$N_C \beta'$		

QUADRO VI

Deslocamentos em C

Para um soco de espessura constante, basta substituir os integrais pelas expressões (75) a (79).

O tratado de cálculo de barragens publicado pelo Bureau of Reclamation: «*Treatrise on Dams*», traz aplicações práticas do «Trial load» a barragens americanas. Numa destas barragens: «*Seminoe dam*» fez-se um enchimento do fundo do vale com um maciço de betão e a abóbada pròpriamente dita começa no coroamento deste maciço. Então para as consolas que atingem o maciço, fez-se uma tentativa para considerar a deformação do maciço e a transmissão dos deslocamentos da fundação para a base da consola, no cálculo dos coeficientes α, α_2 e γ. Mas nesse cálculo não se faz referência a termos que têm a mesma ordem de grandeza dos restantes. Assim no cálculo de α_2 não se considerou o termo α'. H, e no de γ, os termos $\alpha' H^2$ e $2\,\alpha'^2 . H$, termos estes que somam cerca de 25 % do valor total de γ naquele caso concreto.

As expressões (86) a (91) são válidas quer para os arcos quer para as consolas. Mas para estas é suficiente, visto se não realizar um ajustamento vertical, o cálculo de α, α_2 e γ. Além disso, para as consolas será talvez mais simples levar o seu cálculo directamente até às fundações, sem considerar separadamente o soco, e nesse caso pode considerar-se um perfil teórico contínuo até às fundações, como indica a fig. 6. Isto não é apenas uma simplificação do cálculo, visto que num alargamento brusco da secção duma peça resistente, as tensões não passam a distribuir-se bruscamente por toda a secção alargada.

c) *Carga sobre o soco*

Esta carga tem em geral uma importância reduzida, porque por um lado a espessura do soco é grande em relação à da abóbada e por outro a sua altura deve ser tão reduzida quanto possível, limitando-se ao indispensável para se conseguir uma boa distribuição de tensões na superfície de fundação e para fazer desaparecer irregularidades do contorno da abóbada que possam

provocar o aparecimento de concentrações de tensões.

Fig. 6 — Perfil real da consola e perfil teórico (a traço interrompido)

No entanto, em rigor convém considerá-la no cálculo. Deduzimos fórmulas de deslocamentos para a cabeca do soco devido a uma carga uniforme. Será suficiente aproximação o considerar-se uma carga uniforme, com o valor de carga calculada pelos ajustamentos para a cabeça do soco.

Embora a dedução que seguimos se possa generalizar para as consolas, fazemo-la empregando a terminologia e condições dos arcos, por já termos visto que é mais simples nas consolas considerar o soco como um prolongamento delas.

É obvio que os deslocamentos da cabeça do soco devidos a uma carga unitária sobre o mesmo não são mais que os termos D dos arcos. Consideremos a fig. 7.

Os esforços numa secção genérica S_1 serão:

$$N = 1 \times \frac{h}{\cos\theta} \times \operatorname{sen}\theta = + h \operatorname{tg}\theta \qquad (93)$$

$$T = 1 \times \frac{h}{\cos\theta} \times \cos\theta = + h \qquad (94)$$

$$M = T \times \frac{h}{2} - N \times \frac{1}{2}(e - h \operatorname{tg}\theta) = \frac{h^2}{2} - \frac{h \operatorname{tg}\theta}{2}(e - h \operatorname{tg}\theta) = \frac{h}{2}(h - e \operatorname{tg}\theta + h \operatorname{tg}^2\theta) \qquad (95)$$

e os deslocamentos na secção de fundação serão os do quadro VII.

Os deslocamentos na secção C devidos à de-

Deslocamentos	Deslocamento em N	
Angulares θ_N	αM_N	$\frac{\alpha H}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta)$
	$\alpha_2 T_N$	$\alpha_2 H$
Radiais Δr_N	$\alpha_2 M_N$	$\frac{\alpha_2 H}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta)$
	γT_N	γH
Tangenciais ΔS_N	$-\beta N_N$	$-\beta H \operatorname{tg}\theta$

QUADRO VII

Deslocamentos na secção da fundação devidos à carga sobre o soco

Deslocamentos	Devidos à transmissão dos valores em N		Devido à elasticidade do soco	Totais
Angulares	θ_N	$\frac{\alpha H}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \alpha_2 H$	D_1''	$\frac{\alpha H}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \alpha_2 H + D_1'' = D_1$
Radiais	$\theta_N H$	$\frac{\alpha H^2}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \alpha_2 H^2$	D_2''	$(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta)\left(\frac{\alpha H^2}{2} + \frac{\alpha_2 H}{2}\right) + \alpha_2 H^2 + \gamma H + D_2'' = D_2$
	Δr_N	$\frac{\alpha_2 H}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \gamma H$		
Tangenciais	$\theta_N d_N$	$\frac{\alpha H d_N}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \alpha_2 H d_N$	D_3''	$\frac{\alpha H d_N}{2}(H - e_N \operatorname{tg}\theta + H \operatorname{tg}^2\theta) + \alpha_2 H d_N - \beta H \operatorname{tg}\theta + D_3'' = D_3$
	Δs_N	$-\beta H \operatorname{tg}\theta$		

QUADRO VIII

Computação dos deslocamentos à cabeça do soco

um pavimento resistente

de fácil aplicação a frio

Ilustram as fotografias, as três principais fases da aplicação de um pavimento **FLINTKOTE**:

- **Camada de aderência**
- **Espalhamento e nivelamento da argamassa**
- **Afagamento da superfície**

Assim se obtém um pavimento elástico, resistindo a trânsito pesado sem desagregação nem produção de poeiras, mau condutor do som e do calor, impermeável, incombustível e económico.

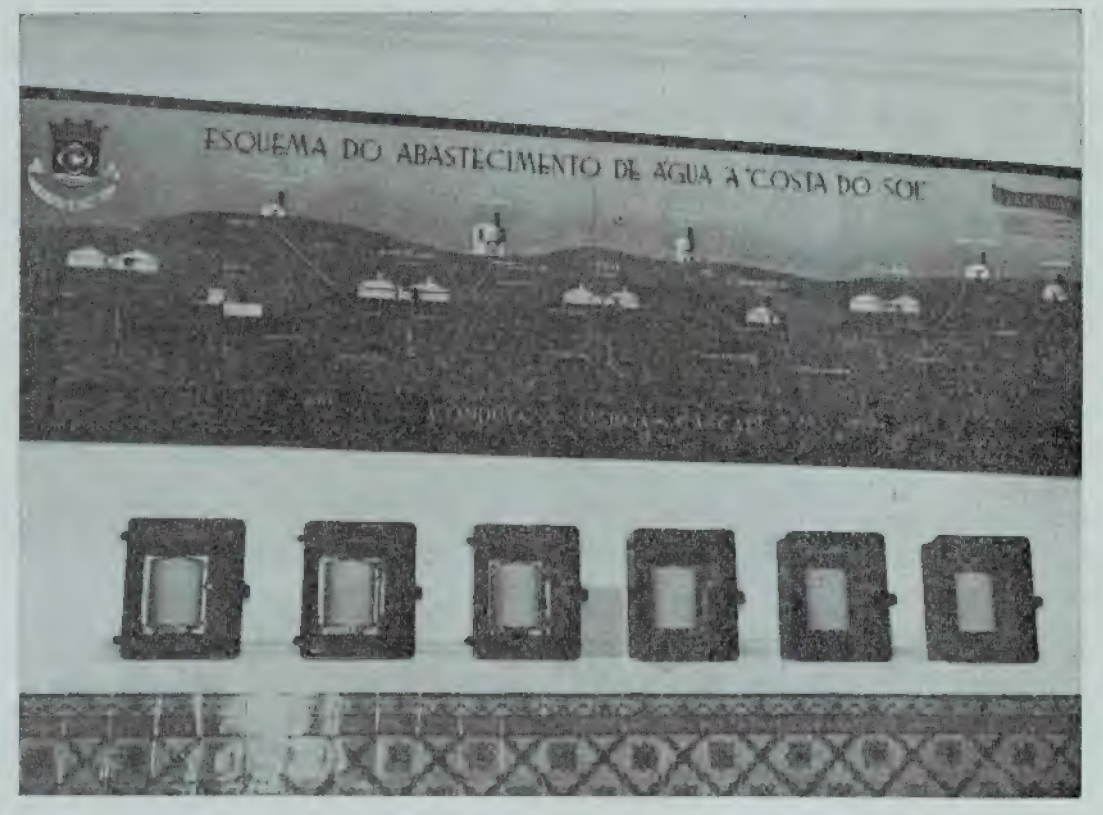
SHELL

FLINTKOTE

EMULSÕES BETUMINOSAS

FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

formação do soco, tiram-se da expressão (4) como fizemos para os coeficientes de deformação.

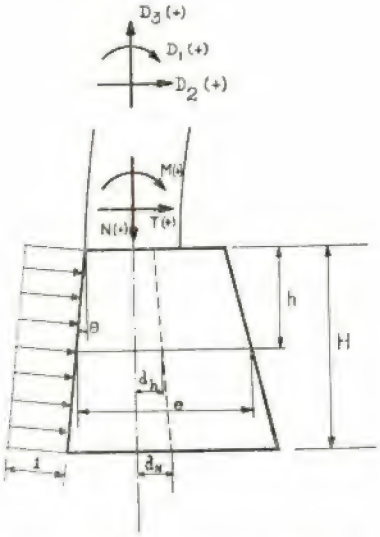


Fig. 7 — Carga uniforme sobre o soco de um arco (a espessura normal ao plano do papel é igual à unidade)

$$\theta''_C = D''_1 = \int_0^H \frac{M}{E\,I}\, d\,h =$$

$$= \frac{12}{E} \int_0^H \frac{h}{2\,e^3} (h - e\,tg\,\theta + h\,tg^2\theta)\, d\,h \qquad (96)$$

$$\Delta r''_C = D''_2 = \int_0^H \frac{M}{E\,I}\, h\,.\,d\,h + 3 \int_0^H \frac{T}{E\,\Omega}\, d\,h =$$

$$= \frac{12}{E} \int_0^H \frac{h}{2\,e^3} (h - e\,tg\,\theta + h\,tg^2\theta)\, d\,h +$$

$$+ \frac{3}{E} \int_0^H \frac{h}{e}\, d\,h \qquad (97)$$

$$\Delta S''_C = D''_3 = \int_0^H \frac{M\,d_h}{E\,I}\, d\,h - \int_0^H \frac{N}{E\,\Omega}\, d\,h =$$

$$= \frac{12}{E} \int_0^H \frac{d_h\,h}{2\,e^3} (h - e\,tg\,\theta + h\,tg^2\theta)\, d\,h -$$

$$- \frac{tg\,\theta}{E} \int_0^H \frac{h}{e}\, d\,h \qquad (98)$$

Finalmente, fazemos no quadro VIII a transmissão dos deslocamentos de N para C, e a computação dos deslocamentos totais em C.

Estas expressões simplificam-se considerando o soco como um paralelipípedo e desprezando o ângulo θ. Aliás este ângulo θ já é uma simplificação pois equivale a considerar a face de montante do soco como uma face plana, o que na realidade não acontece.

Teremos então:

$$D_1 = \frac{\alpha\,H^2}{2} + \alpha_2\,H + \frac{2\,H^3}{E\,e^3} \qquad (99)$$

$$D_2 = \frac{3\,H^4}{2\,E\,e^3} + \frac{\alpha\,H^3}{2} + H^2\left(\frac{2}{3}\,\alpha_2 + \frac{3}{2\,E\,e}\right) + \gamma\,H \qquad (100)$$

$$D_3 = \frac{\alpha\,d_N\,H^2}{2} + \alpha_2 \quad H\,d_N + \frac{2\,d\,H^3}{E\,3} \qquad (101)$$

Em que d é a excentricidade média do soco e d_N a excentricidade da base. Embora se considere o soco como um paralelipípedo, é conveniente considerar a excentricidade real da base.

CONCLUSÃO

Como já dissemos atrás, a utilização da expressão errada da constante do arco C_2 para um ponto da zona central em arcos de vários centros, não introduz um erro de cálculo apreciável, se se utilizar o método «Trial load» clássico. Esse erro, contudo, pode tomar proporções consideráveis no caso de adaptações do método em que essa constante intervenha mais de uma vez no decurso do cálculo.

Para se fazer uma ideia da influência do soco na deformação da abóbada, damos a seguir um quadro comparativo dos coeficientes de deformação das fundações nos dois casos: consideração do soco como parte de fundação e consideração do soco como elemento estrutural deformável.

Esse quadro refere-se a um soco cuja altura medida na tangente ao arco respectivo no ponto de inserção é de 11,7 m.

Se para os arcos a influência do soco é apreciável, no caso das consolas é ainda maior. Para se chegar a essa conclusão, basta considerar o diagrama dos momentos flectores na consola, que é do tipo indicado na fig. 8, em que os momentos negativos são os que dão tracções a montante.

O diagrama tem um ponto nulo relativamente próximo da base, e a partir desse ponto, os

Coeficiente	Considerando o soco como parte da fundação	Considerando o soco como parte da estrutura
α	0,21	0,33
β	1,14	2,53
γ	5,91	23,96
α_2	0,093	1,34

QUADRO XIX

Comparação dos valores dos coeficientes de deformação considerando o soco como fazendo parte da fundação ou da estrutura

momentos negativos crescem muito ràpidamente. Nas figs. 8-a e 8-b, traçamos os diagramas para a consola considerada só até ao soco, e até à fundação respectivamente. Neste último caso mesmo que os momentos sejam maiores, o ponto nulo é mais baixo, e por outro lado a secção de inserção no soco está próxima desse ponto. As tracções a montante na secção de inserção são muito menores. É verdade que na secção de fundação os momentos são maiores, mas nesse ponto temos em geral uma secção francamente alargada, e as tensões são pequenas.

Por outro lado, as tracções a jusante podem ser maiores.

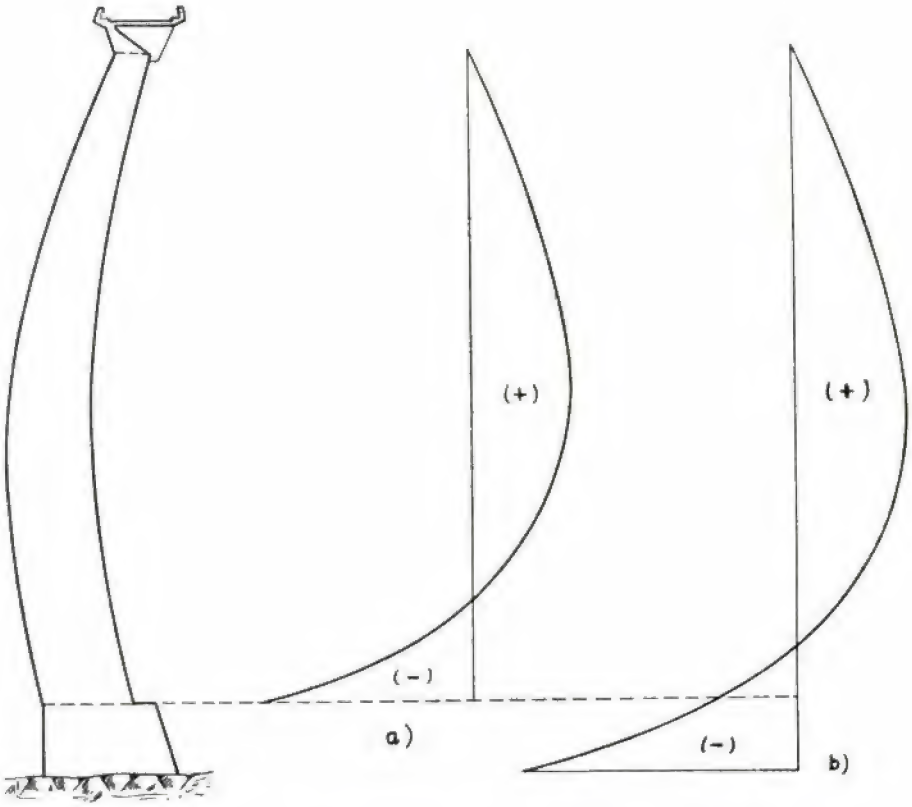


Fig. 8 — Diagramas dos momentos flectores numa consola de cálculo

SUMMARY

A general description of the «Trial load» method is first presented.

A more detailed analysis is then carried on for polycentered arches, and mathematical formulae are derived for arch load constants on points on the central part of the arch; an error is also pointed up in one of those formulae presented in «Trial load method of analysing arch dams», Denver, Colorado.

Finally, the influence of the foundation concrete plugs is considered, and a method developed to include it into the aualysis, by adequate changes in foundation constants.

SOMMAIRE

On fait d'abord une description générale de la méthode «Trial load».

Ensuite, on fait l'étude plus détaillé des arcs à plusieurs centres, et la déduction des expressions qui donnent les constantes de l'arc et des charges pour des points à la zone central de l'arc; on fait aussi remarquer une erreur dans une de cettes expressions, publiée dans «Trial load method of analysing arch dams», Denver, Colorado.

Finalement, on considère l'influence du socle du barrage, et on développe une méthode pour le tenir em compte dans le calcul, par des modifications suitables des constantes de la fondation.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92,0 % dos totais do País.*

JULHO

I — Breve nota mensal

Do ponto de vista hidrológico, o mês de Julho apresentou-se muito húmido na Zona Norte e seco na Zona Centro, resultando, no conjunto, bastante húmido.

Após um período de funcionamento experimental, foi entregue à exploração o 2.º grupo (66,6 MVA) da central do Picote da HED.

Foi ligada a linha do Marão, da CNE, que alimenta a 60 kv o anexo siderúrgico das minas de Vila Cova (EMVC).

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	163,0	204,9	+ 26
Produção térmica (P_t)	0,0	0,1	–
Produção total (P_T)	163,0	205,0	+ 26
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	23,9	49,1	+105
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	131,1	143,8	+ 9,7 (2)
Consumo total (C_T) . . . . (1)	155,0	192,9	+ 24

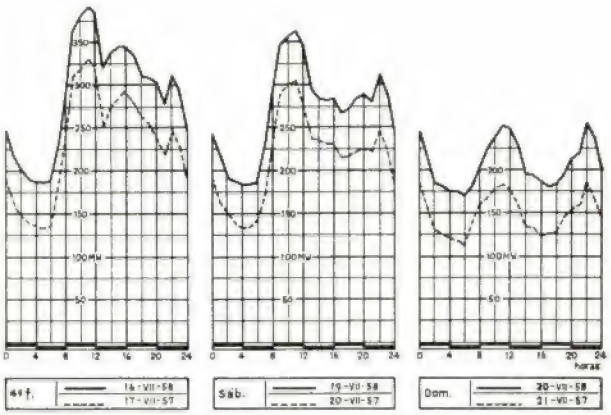
b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1958

	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1161,7	1323,2	+ 14
Produção térmica (P_t)	51,8	39,2	— 24
Produção total (P_T)	1203,5	1362,5	+ 12
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	239,2	300,2	+ 26
Cons. permanentes (C_p). . . (1)	914,8	993,6	+ 8,6 (2)
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1154,0	1293,8	+ 12

(1) Vide nota referente ao mês de Janeiro de 1957.
(2) O aumento percentual dos consumos permanentes tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, foi respectivamente de 8,7 e 8,6 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira: 17-7-957	4.ª feira: 16-7-958
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5687	7042
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5687	7042
Utilização da ponta (U) — horas	17,0	17,6
Factor de carga (α)	0,71	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. min.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,39	0,46



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada GWh	Energia armazenada % (1)
Paradela	172,7	77,6
Venda Nova	123,0	96,1
Salamonde	24,5	88,9
Caniçada	30,8	93,0
Guilhofrei	5,9	71,2
Lagoa Comprida	25,2	85,7
Santa Luzia	35,9	58,3
Cabril	314,7	92,7
Castelo do Bode	125,5	77,0
Pracana	2,0	15,5
Póvoa	6,8 (2)	50,4
Total	869,8	82,9

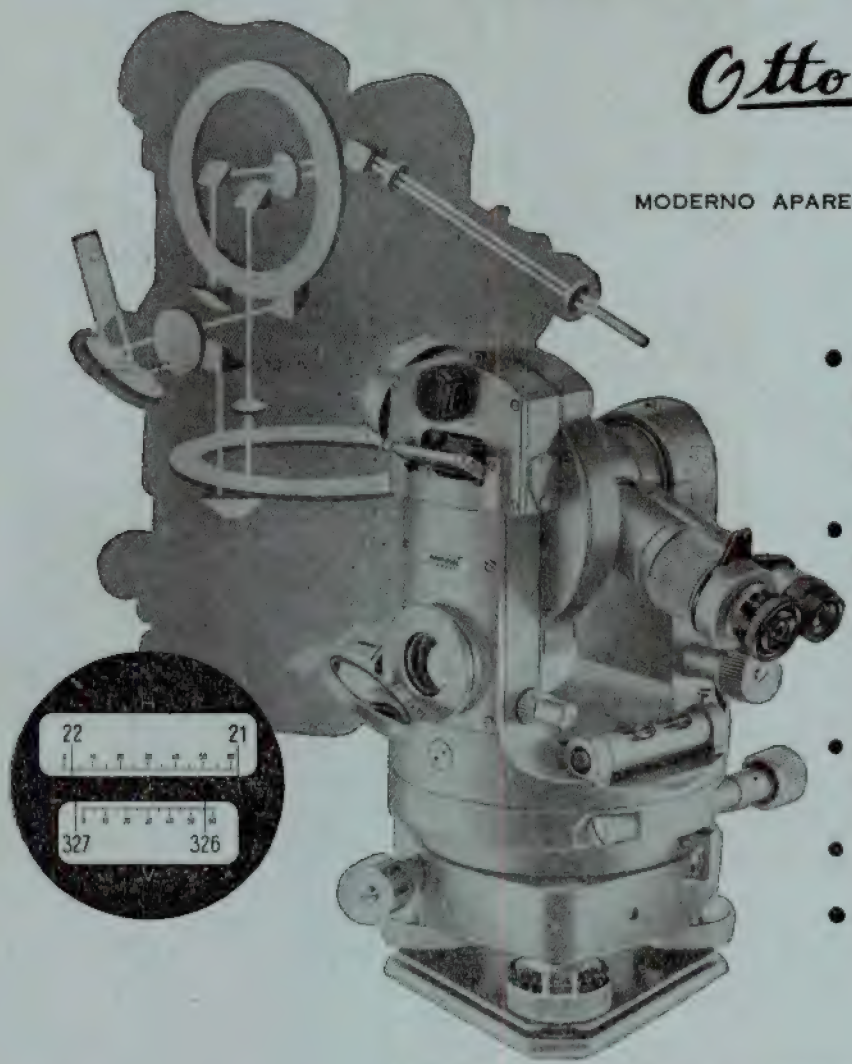
Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400 g, de 1° ou de 1 g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1 c
Leitura por avaliação	1'	1 c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2 c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

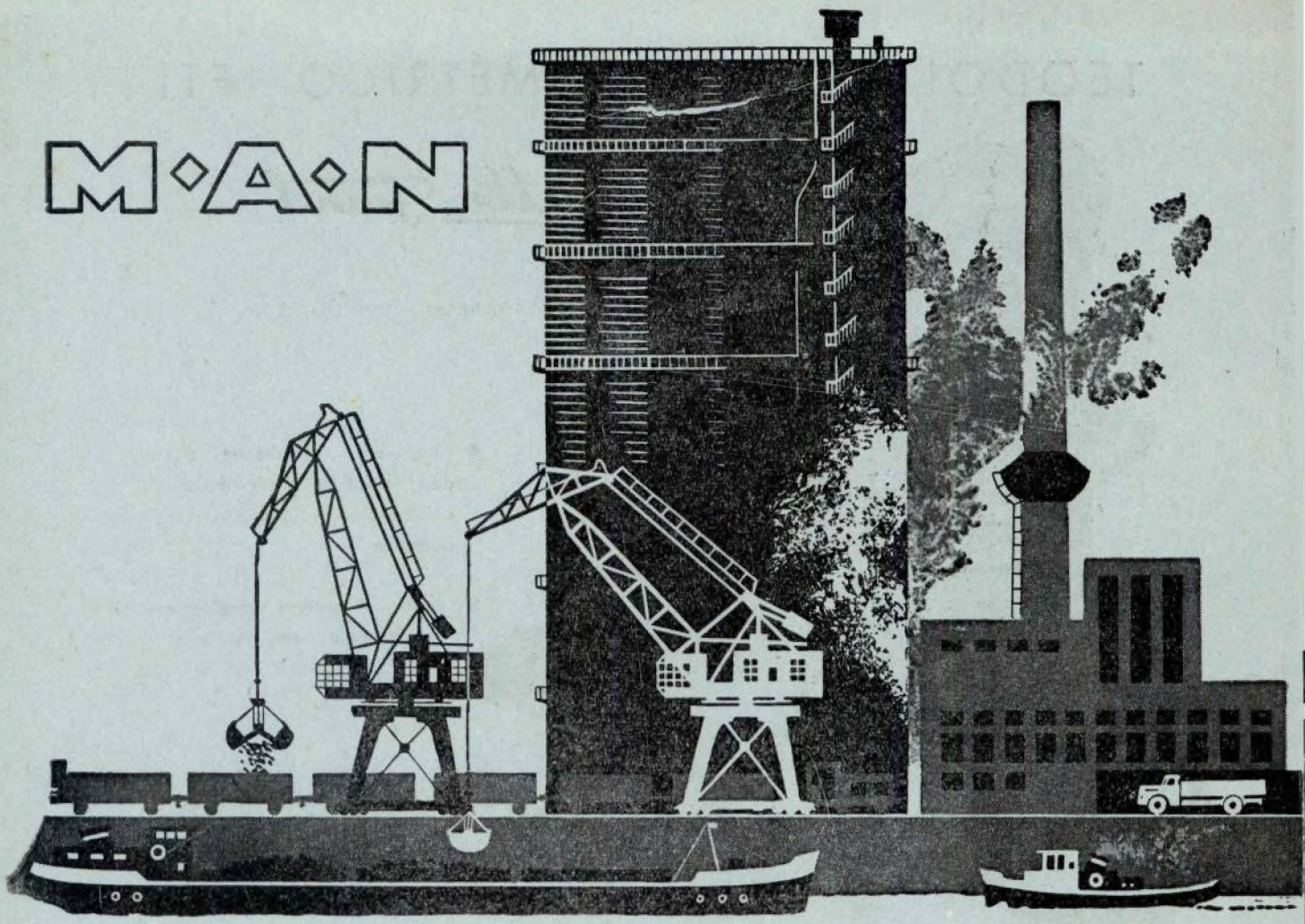
Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TELEF. 68 21 31/37 — R. DO OURO, 145 — TELEF. 28361/36 85 41

LISBOA



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A·G · WERK NÜRNBERG

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.° · LISBOA

C. D. U. 621.396.615.17

TÉCNICA DE IMPULSOS

GERADORES DE SINAIS LINEARES NO TEMPO

PELO ENG.º ELECT. (I. S. T.) FERNANDO EDUARDO REBELO SIMÕES

Bolseiro do I. A. C.
Centro de Estudos de Electrónica
Comissão de Estudos de Energia Nuclear

(Conclusão)

3. CIRCUITOS DESENCADEADOS POR IMPULSOS DE CURTA DURAÇÃO

Nestes sistemas o *gate* necessário para actuar o tubo de Miller obtém-se a partir do próprio circuito. Conforme o *gate* obtido se consegue por meio de segundo tubo, ou por meio do próprio tubo de Miller, assim vamos ter dois tipos de solução, respectivamente, o sanatrão e o fantastrão.

3.1. CIRCUITO UTILIZANDO DOIS TUBOS (SANATRÃO)

Como dissemos acima, esta solução emprega um outro tubo para fornecer o *gate*, tubo este que funciona como amplificador (linear ou não).

O sinal (negativo) que é aplicado à grelha de comando do amplificador pode ser obtido da grelha de comando, cátodo ou mesmo placa do tubo de Miller, neste caso após diferenciação. O tubo de Miller, por seu turno, pode ser controlado pela supressora ou pela grelha de comando.

Vamos estudar um dos tipos mais correntes de sanatrão, reservando para os outros tipos já citados apenas uma descrição sumária do seu funcionamento.

3.1.1 Sanatrão controlado na supressora, com «gate» obtido a partir da grelha de comando

3.1.1.1. Generalidades

No estado estacionário ambas as grelhas de comando estão ao zero, em virtude da existência de correntes de grelha motivadas pela ligação R a E_{bb}. Mas ao passo que o tubo 2 (amplificador) conduz corrente de placa e de blindagem, o tubo 1 (de Miller) encontra-se com a corrente

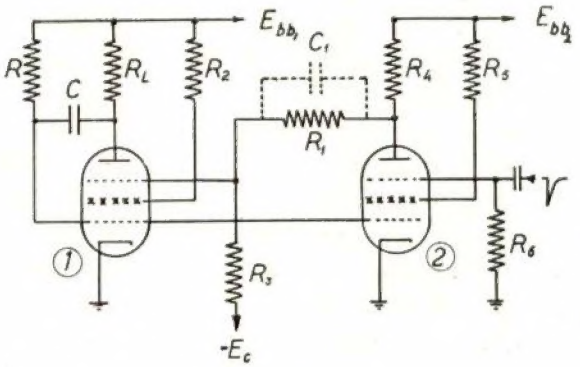


Fig. 3-1

de placa cortada, em virtude da sua tensão na supressora e_{g3} se situar abaixo do corte (por conveniente dimensionamento).

Para iniciar a acção de variação linear que vimos estudando, aplica-se um impulso *(trigger)* na supressora do tubo 2, suficientemente intenso para que, em virtude da subida da tensão $(e_b)_2$ que acarreta, possa levar $(e_{g3})_1$ acima do corte. Vejamos agora que o estado obtido é instável.

Com efeito, a condução de $(i_b)_1$ vai provocar a descida de $(e_b)_1$ e com ela, via C, a de $(e_{g1})_1 \equiv \equiv (e_{g1})_2$. Esta descida mais vem facilitar a subida de $(e_b)_2$ e de $(e_{g3})_1$, continuando a acção regenerativa até a um equilíbrio final, com $(e_{g1})_1$ dentro da condução, mas próximo do corte (v. circuito de Miller com pêntodo). Se o tubo amplificador for de natureza diferente, ou as suas tensões de placa ou blindagem forem convenientemente escolhidas, é possível fazer com que este valor (e_{g1}) se situe abaixo da tensão de corte deste tubo, levando-o assim a ser retirado do circuito. Nestas condições o estado final atingido é precisamente o correspondente ao período de variação linear já estudado. Durante este intervalo, então, a tensão $(e_b)_1$ vai descendo duma forma linear, e a tensão e_{g1} vai subindo ligeiramente, con-

servando o tubo 2 abaixo do corte [9]. O período continua até se atingir a saturação já referida, provocada pela coincidência das características.

Como sabemos, no circuito de Miller, a partir deste momento entra-se num estado de rápida variação de e_{g1}, mantendo-se $(e_b)_1$ no seu valor mínimo.

No presente caso, se o tubo 2 se encontra cortado, o referido estado de rápida variação dá-se até aquele tubo começar a conduzir.

Se o tubo já conduz no momento em que se atinge a saturação, aquele estado não chega a verificar-se. De qualquer forma, assim que se atinge um ponto com o tubo 2 a conduzir e o tubo 1 na zona de saturação, cai-se num estado instável. Com efeito, qualquer pequeno aumento de e_{g1} (provocado por E_{bb}, atingida a saturação) vai originar uma descida mais apreciável de $(e_b)_2$. Esta descida comunica-se a $(e_{g3})_1$ e daqui a $(i_b)_1$. A diminuição desta corrente, por seu turno, vai provocar a subida de $(e_b)_1$ e, através de C, a de $(e_{g1})_1$ e $(e_{g1})_2$. Desta forma o processo é regenerativo [10] e o sistema acaba por cair num estado semelhante ao inicial ($i_{b1} = 0$), apenas diferindo no estado de carga do condensador e, consequentemente, na tensão de placa $(e_b)_1$, seguindo-se um processo de relaxação até completo regresso ao estado estacionário de que se partira.

Em resumo:

1) O circuito encontra-se normalmente no seu estado estável, em que o tubo amplificador conduz e o tubo de Miller tem a corrente de placa cortada.

2) Um impulso desencadeador *(trigger)* aplicado na supressora do tubo 2 cria condições de instabilidade.

3) O circuito atinge um estado de equilíbrio, em que o tubo 2 fica cortado e o tubo 1 começa a conduzir.

4) É iniciado o período de variação linear, durante o qual o tubo 2 se mantém cortado, à custa do *degrau* negativo de tensão e_{g1}, constituindo a sua tensão de placa o *gate* positivo que, aplicado à supressora do tubo 1, lhe permite a condução (de i_b).

5) Atinge-se o mínimo de $(e_b)_1$, correspondente à saturação por coincidência das características, ao mesmo tempo que o condensador termina a sua descarga, e cai-se de novo num ponto de instabilidade.

6) O circuito atinge um estado de equilíbrio em que o tubo 2 volta a conduzir e o tubo 1 é de novo cortado, terminando assim o degrau negativo de e_{g1} e o positivo de $(e_b)_2$.

7) O circuito regressa ao estado inicial, enquanto o condensador se carrega até recuperar a sua carga máxima.

3.1.1.2. Descrição analítica

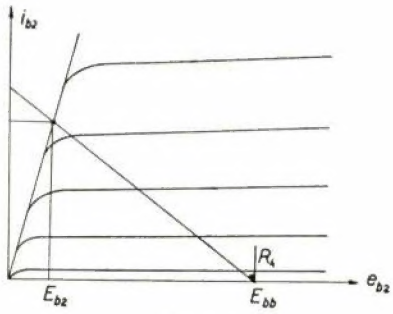


Fig. 3-2

Condições de funcionamento

$$\begin{aligned} a\,E_{b2} - (1-a)\,E_c &< E_{3c} \\ a\,E_{bb} - (1-a)\,E_c &> E_{3c} \end{aligned} \qquad (3\text{-}1)$$

sendo

$$a = \frac{R_3}{R_1 + R_3}.$$

$$E_{3c} \equiv (e_{g3})_1 \text{ de corte}$$

Estas condições significam que a a tensão $(e_{g3})_1$ deve situar-se abaixo ou acima do corte, consoante o tubo 2 conduz ou está cortado.

3.1.1.2.1. Período de variação linear

Uma vez que o tubo (2) fica cortado, é válida a análise do número 2.1.2.2.1.

---

(9) Esta condição não é absolutamente necessária. Na realidade bastará que a tensão de placa $(e_b)_2$ se conserve suficientemente elevada para que $(e_{g3})_1$ se mantenha acima do corte de $(i_b)_1$.

(10) A subida de $(e_{g1})_1$ vai contrariar o referido processo, pela descida de $(e_{b1})_1$ que tende a provocar, mas, à medida que a acção decorre, a sua influência em $(e_b)_1$ é cada vez menor, pois acaba por só resultar no aumento da corrente de blindagem.

3.1.1.2.2. Saturação. Inversão de estados

O período anterior termina, como dissemos, ao atingir-se a saturação, ou seja, ao atingirem-se os valores E'_b e I'_1 referidos no mesmo número 2.1.2.2.1. A inversão dar-se-á nesse instante (t_1), ou com mais rigor, se o tubo 2 estiver entretanto cortado, num instante posterior t'_1 tal que a tensão e_{g1} $(t'_1)=E_{co}$ (tensão de corte do tubo 2). A expressão de e_{g1} é, nestas circunstâncias, a correspondente ao período de coincidência (2.1.2.2.2.) e será dada por (2-29).

3.1.1.2.3. Regresso ao estado inicial

Após a inversão ambos os tubos devem ficar a conduzir corrente de grelha, dado que a subida de $(e_b)_1$ devida ao corte pela supressora se comunica através do condensador às grelhas de comando dos dois tubos.

A análise de 2.1.2.2.4. é então válida, com $r''_g = r'_g // r_g$ em vez de r'_g, visto que a corrente de grelha se vai dividir pelos dois tubos, e sendo $\frac{Q''}{C}$ dado aproximadamente pelo valor $\frac{q}{C}$ (t_1) no fim do período linear.

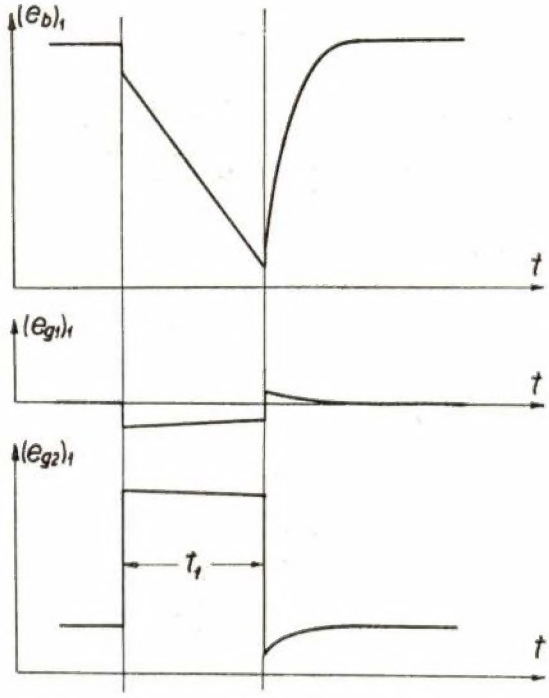
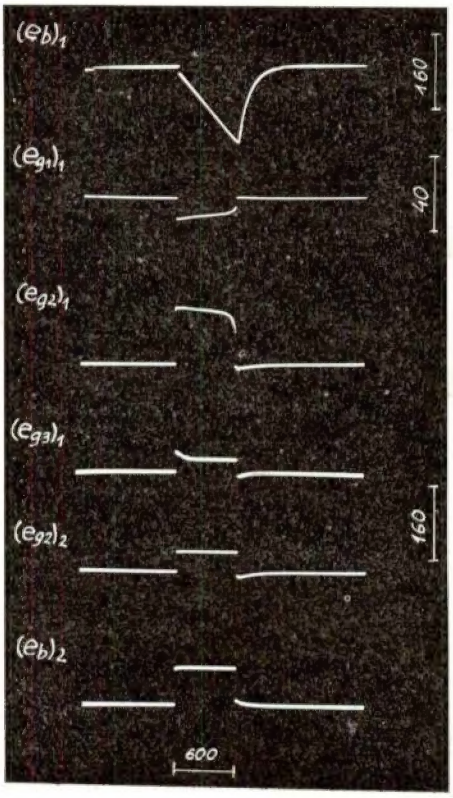


Fig. 3-3

Podemos agora representar os vários estados do circuito (Fig. 3-3).

3.1.1.3. Ensaios. Oscilogramas

O condensador C_1 (de comutação) destina-se a compensar a capacidade existente entre a supressora do tubo 1 e a massa.



Fot. 3-1

A Fot. 3-1 mostra-nos as várias saídas deste sanatrão, num ensaio nas seguintes condições:

tubo 1 = 6A S6	R = 2 MΩ	R_1 = 1 MΩ
tubo 2 = 6A C7	R_L = 220 kΩ	R_3 = 1 MΩ
E_{bb1} = 190 V	R_2 = 20 kΩ	R_4 = 20 kΩ
E_{bb2} = 110 V	C = 300 pF	R_5 = 5 kΩ
$-E_C$ = −78 V	C_1 = 150 pF	R_6 = 220 kΩ

3.1.2. Sanatrão controlado na supressora, com «gate» obtido a partir da placa

3.1.2.1. Generalidades

Em relação ao circuito anterior, notamos apenas uma modificação: o sinal negativo que vai ser aplicado à entrada do tubo amplificador é obtido, não da grelha do tubo de Miller, mas sim da